621.395
Б20

А.С.БАЛАКИН
Г.М.МАТЛИН
Л.Н.ЯХНИС

СВЯЗЬ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

621.395
Б20

А. С. БАЛАКИН
Г. М. МАТЛИН
Л. Н. ЯХНИС

СВЯЗЬ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

1

СВЯЗЬ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

067065

621.395
Б20

А. С. БАЛАКИН
Г. М. МАТЛИН
Л. Н. ЯХНИС

СВЯЗЬ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Издание третье, переработанное
и дополненное

Часть I.

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СВЯЗИ

2020 01 025

067065

К

Издательство «Связь»
Москва 1977

-2013

[illegible]

ПЕРЕВІРЕНО

621.395.

6Ф1
Б20
УДК 658.28

Балакин А. С. и др.

Б20 Связь на промышленных предприятиях. Ч. I. Организация систем производственной связи. Изд. 3-е, перераб. и доп. М., «Связь», 1977.

256 с. с ил.

Перед загл. авт.: А. С. Балакин, Г. М. Матлин, Л. Н. Яхнис.

В книге приведены основные сведения об особенностях связи на промышленных предприятиях, играющей важную роль в управлении современным производством. Рассмотрены вопросы организации и проектирования связи на предприятиях различных отраслей промышленности. Описаны схемы производственных АТС, связь с вычислительными центрами, связь совещаний, линейные сооружения на промышленных предприятиях.

Книга рассчитана на широкий круг инженерно-технических работников, занимающихся разработкой, проектированием, монтажом и эксплуатацией средств электрической связи на промышленных предприятиях.

Б $\frac{30602-041}{045(01)-77}$ 49—77 **6Ф1**

ИБ № 321

Александр Степанович Балакин,
Григорий Михайлович Матлин,
Лев Натанович Яхнис

СВЯЗЬ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Часть I
Организация систем производственной связи

Редактор Е. В. Комарова
Обл. художника Б. Д. Чуткерашвили
Художественный редактор В. Г. Ефимов
Технический редактор К. Г. Маркоч
Корректор Г. Ф. Кцоева

Сдано в набор 26/X 1976 г. Подп. в печ. 20/IV 1977 г.
Т-07445 Формат $60\times90^1/_{16}$ Бумага тип. № 2 16,0 усл.-печ. л. 18,83 уч.-изд. л.
Тираж 30 000 экз. Изд. № 17226 Зак. № 273 Цена 1 руб. 30 коп.
Издательство «Связь». Москва 101000, Чистопрудный бульвар, д. 2

Типография издательства «Связь» Госкомиздата СССР
Москва 101000, ул. Кирова, д. 40

© Издательство «Связь», 1977 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

За десятилетний период, прошедший со времени выхода первого издания данной книги, производственная связь не только постоянно развивалась во всех отраслях народного хозяйства, но и претерпела серьезные качественные изменения. Научно-техническая революция привела к необходимости совершенствования технической базы (появились АТС квазиэлектронной системы, электронные коммутаторы диспетчерской и директорской связи, производственные радиостанции нового поколения и т. д.), а также способов и схем организации связи на промышленных предприятиях. В настоящее время получили общее признание системный подход к проектированию производственной связи, ее автоматизация на основе современных технических решений, создание автоматизированных систем управления работой средств передачи информации и т. д.

Это же десятилетие было отмечено невиданными ранее масштабами строительства общегосударственной автоматизированной системы связи. Развитие и совершенствование общегосударственной автоматизированной системы связи приводит к более четкому очерчиванию границы между нею и производственной связью. Оказались неправы те, кто считал возможным существование производственной связи только при недостаточно развитой сети связи общего пользования. Производственная связь имеет свои внутренние закономерности, возникла и развивается как реакция на соответствующие потребности производства и будет существовать при любом уровне развития сети связи общего пользования. Уровень развития последней лишь определяет условия увязки с нею систем производственной связи, порядок взаимодействия этих систем между собой. С другой стороны, совершают ошибку и те, кто допускает развитие производственной связи независимо от общегосударственной автоматизированной системы связи.

В третьем издании авторы постарались учесть не только изменения, произошедшие в производственной связи за последние годы, но и выход в свет большого числа книг по различным аспектам производственной связи. В частности справочники [42], [43] содержат огромное количество сведений об аппаратуре производственной связи. Поэтому в книге справочный материал сокращен, упор, в основном, делается на основы проектирования и организации производственной связи.

Книга выпускается в двух частях: в первой части рассматриваются вопросы организации систем производственной связи, во второй части описываются средства производственной связи.

Авторы выражают благодарность организациям и отдельным лицам, оказавшим им помощь в работе над книгой и приславшим свои отзывы и пожелания, а также рецензенту В. Д. Любавскому за ценные замечания. Отзывы следует направлять в издательство «Связь» по адресу: 101000, Москва, Чистопрудный б., 2.

Авторы

Глава 1

Производственная связь как составная часть систем управления

1.1. ПОНЯТИЕ О ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СВЯЗИ

Связь прочно вошла в нашу жизнь как могучее средство общения между людьми, как важнейший элемент политической, общественной и культурной деятельности общества. По каналам Министерства связи СССР ежедневно ведется огромное количество телефонных разговоров, передаются сотни тысяч телеграмм и фототелеграмм, многие телевизионные и радиовещательные программы. Однако связь имеет и другое, не менее важное назначение — обеспечить нормальное протекание процессов в сфере, где создается материальное благосостояние общества, — в сфере производства. В нашей стране на тысячах комбинатов, заводов, фабрик, шахт, карьеров применяются самые различные средства электрической связи. От степени оснащения предприятий этими средствами в заметной степени зависят производительность и условия труда, использование оборудования и различных материальных ресурсов, ритмичность производства, объем и качество выпускаемой продукции, т. е. все основные показатели, определяющие деятельность предприятий. Некоторые технологические процессы вообще не осуществимы без применения средств связи.

Промышленное предприятие имеет в своем составе отдельные цехи, хозяйства, участки, агрегаты, машины, обслуживаемые большим числом специалистов самых различных профилей. Целеустремленная деятельность, направленная на выпуск установленного объема продукции с необходимым качеством и другими показателями, и представляет собой *управление производством.*

Процессы управления протекают следующим образом. Датчики или органы чувств человека воспринимают информацию о состоянии управляемого объекта. Эта так называемая *первичная информация* передается по каналам системы связи на управляющий объект, который на основе заданных критериев и полученной информации вырабатывает *команды,* воздействующие на управляемый объект через исполнительные органы. Совокупность управляющего объекта, датчиков, системы связи и исполнительных органов образует *систему управления.*

Таким образом, средства передачи информации (связи) являются неотъемлемой *составной частью систем управления,* а именно той частью, которая наряду со средствами автоматики, телемеханики и вычислительной техники образует их *техническую базу.*

Отрасль техники, которая рассматривает вопросы организации передачи информации техническими средствами связи как составной части систем управления на промышленных предприятиях, транспорте, в строительстве и энергетике, получила название *производственной связи.* Во многих случаях система производственной связи может объединять группу промышленных предприятий, строек и т. д.

От производственной связи следует отличать *учрежденческую связь,* используемую в системах управления научно-исследовательских и проектных институтов, финансовых органов, больниц, культурных и бытовых организаций и т. д. Несмотря на множество общих черт, производственная и учрежденческая связь обладает рядом существенных отличий в схемах организации связи и используемых технических средствах.

За последние годы многие промышленные предприятия и строительные организации создали или расширили системы производственной связи, обслуживающие их потребности. Процесс развития производственной связи будет продолжаться и в будущем во все увеличивающихся масштабах. Одновременно на предприятиях появился довольно многочисленный отряд инженеров и техников, занятых эксплуатацией средств производственной связи и играющих заметную роль в организации производства и выполнении предприятиями государственных планов.

1.2. ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СВЯЗИ

Производственная связь является ведомственной, так как она предназначена для обслуживания не любых (как на сетях Министерства связи СССР), а только тех абонентов, которые имеют отношение к данному производству. Сети ее организуются применительно к особенностям производства каждого конкретного предприятия. В этом смысле можно говорить об определенной «замкнутости» производственной связи, особенно если учесть, что многие ее средства обслуживают локальные производственные участки (агрегаты, машины, поточные линии, цехи и т. п.) и не имеют выхода на сети общего пользования. В состав производственной связи входят некоторые необходимые для обеспечения управления производством виды связи, которые не используются на сетях общего пользования: диспетчерская, производственная, громкоговорящая и др.

Внутрипроизводственные сети связи, которые имеют аналоги на сетях общего пользования (автоматическая телефонная связь, телеграф, фототелеграф, радиосвязь), обладают большой спецификой по способам организации связи, типам применяемого оборудования, схемным решениям и т. д. Средства производственной связи приспособлены для работы при наличии высоких уровней шумов, пыли, влаги, вибраций, позволяют организовывать циркулярные переговоры и имеют другие дополнительные возможности, обеспечивающие оперативность управления производством.

Существенной особенностью рассматриваемой связи является также то, что в ряде случаев к этим сетям (например при отсутствии выхода на сети общего пользования) применяются иные качественные показатели, чем на сетях общего пользования.

Ведомственный характер сетей производственной связи не означает их полной изолированности от сети общего пользования. Некоторые из сооружений производственной связи обеспечиваются выходом на местные сети министерств связи и должны отвечать требованиям Единой автоматизированной системы связи страны (ЕАСС). Кроме того, весь внешний поток информации промышленных предприятий направляется по междугородным и городским телефонным и телеграфным каналам, находящимся в ведении Министерства связи СССР. В отдельных случаях для организации внутрипроизводственной связи используются непосредственно сооружения министерства связи — городские телефонные станции, линейные хозяйства и т. д.

Следует отметить, что потребности промышленных предприятий в емкости телефонных станций, мощностях радиотрансляционных узлов и так далее иногда достигают весьма значительных объемов, в ряде случаев сравниваемых с объемами городских телефонных, радиотрансляционных и других сетей.

1.3. КОМПЛЕКСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СВЯЗИ

На современном промышленном предприятии могут одновременно использоваться различные виды и сети связи (см. разд. 1.4), а в рамках отдельных сетей связи — большое количество технических средств разных типов и с разными техническими характеристиками и возможностями. Для получения наибольшего технико-экономического эффекта, увеличения надежности и качества передачи информации все эти виды, сети и средства связи используются не изолированно, а комплексно. Так называемый *системный подход* к производственной связи, который позволяет иметь на предприятии *комплекс устройств (систему)* связи, объединяющий воедино отдельные виды и сети связи, наиболее плодотворен. Линейной частью систем производственной связи являются комплексные телефонные сети, а среди станционных устройств особое место отводится автоматическим телефонным станциям, поскольку они содержат автоматическое коммутационное оборудование и обеспечивают абонентам выбор той сети связи, с помощью которой передача информации может быть осуществлена наиболее эффективно.

Организация систем связи не исчерпывает комплексных возможностей производственной связи. Она применяется наряду с другими техническими средствами управления производством—автоматикой, телемеханикой и вычислительной техникой, которые для своей работы требуют использования каналов и оборудования связи. Поэтому производственная связь составляет основу всего слаботочного хозяйства предприятия и от ее состояния зависит нормальная деятельность предприятия не только с точки зрения передачи информации средствами связи, но и с точки зрения действия других технических средств управления производством.

1.4. КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СВЯЗИ

Назначение систем производственной связи состоит в передаче информации, поэтому за исходный момент при проведении их классификации берется форма восприятия передаваемой информации. На промышленных предприятиях используются речевая, алфавитно-цифровая (знаковая), геометрическая, шкальная и физическая (визуальная) формы восприятия информации.

Информация в *речевой форме* передается с помощью микрофона и воспринимается абонентом через телефон или громкоговоритель.

Информация в *алфавитно-цифровой (знаковой) форме* передается средствами телеграфной связи. Фототелеграфная и почтовая связь при передаче различных текстов также воспроизводят информацию в алфавитно-цифровой форме. Однако они могут использоваться для передачи информации в геометрической форме (рисунков, чертежей и т. д.).

В *шкальной форме* информацию представляет электрочасофикация, а в *физической (визуальной)* — промышленное телевидение.

Существуя как единое целое, с точки зрения всей системы управления предприятия, производственная связь расчленяется на отдельные составные части при передаче каждого данного сообщения. Эти составные части получили название видов производственной связи.

Видом производственной связи называется совокупность технических средств, предназначенных для передачи информации одной формы восприятия. В соответствии с этим определением различают следующие виды производственной связи:

— *телефонную* (для передачи информации в речевой форме);

—*телеграфную* (для передачи информации в алфавитно-цифровой форме);

— *факсимильную* (для передачи информации в геометрической форме);

— *телевидение* (для передачи информации в физической форме);

— *сигнализацию* (для передачи информации в шкальной форме, а также прочей кодированной информации).

Кроме того, внедрение в последние годы на промышленных предприятиях вычислительной техники и появление в связи с этим необходимости передачи информации на вычислительные центры (ВЦ), которые становятся важными и специфическими абонентами систем производственной связи, предопределили появление нового вида связи, получившего название *передачи данных*.

Таким образом, система связи, являясь, с одной стороны, элементом (подсистемой) системы управления, представляет собой, с другой стороны, сложную систему, состоящую из различных подсистем — видов связи.

Как система связи в целом, так и вид связи охватывают все уровни управления. Например, телефонная связь соединяет в единый комплекс соответствующие устройства связи главного диспетчера промышленного предприятия, диспетчеров отдельных цехов и подразделений, производственные АТС, устройства прямой телефонной связи руководителей предприятия и его подразделений и т. д. Из изложенного следует, что вид связи, в свою очередь, состоит из более простых «элементов», получивших название *сетей связи.*

Сеть связи представляет собой также сложную систему, поскольку отдельные составляющие ее «элементы» могут быть расчленены на более мелкие «элементы» — усилители, блоки и так далее, которые уже не могут выполнять самостоятельных задач по осуществлению передачи информации.

Сети отличаются между собой по группе признаков, а именно: по назначению передаваемой информации; способам организации связи; дальности связи; типам линий; способам установления соединения; вызова; передачи и приема информации; по одновременности связи и, наконец, по принадлежности сооружений связи.

По назначению виды связи разделяются на административно-хозяйственную, диспетчерскую, директорскую и технологическую связь.

Административно-хозяйственной называется связь, предназначенная для передачи информации по административному управлению и хозяйственной деятельности предприятия. Эта связь обслуживает широкий круг абонентов, в состав которых входит весь управленческий аппарат предприятия, и обеспечивается, в основном, средствами телефонной, телеграфной и фототелеграфной связи.

Административно-хозяйственная телефонная связь получила название производственной телефонной связи.

Диспетчерская связь служит для прямой связи оперативного руководителя (диспетчера, оператора, сменного инженера и т. д.) предприятия, цеха, вспомогательного хозяйства с персоналом, обслуживающим отдельные агрегаты или звенья производства, а также с руководящими работниками. Осуществляется она средствами:

а) прямой телефонной связи — в случае, когда абоненты диспетчера имеют постоянное рабочее место;

б) производственной громкоговорящей связи — при перемещении абонентов диспетчера в ограниченных пределах, а также при необходимости организации групповой связи;

в) транспортной связи — в случае организации связи для обеспечения движения внутрипроизводственного железнодорожного транспорта;

г) радиосвязи — при размещении абонентов диспетчера на подвижных объектах или в местах, организация телефонной связи с которыми невозможна или нецелесообразна;

д) высокочастотной связи по троллеям или силовым проводам — при размещении абонентов диспетчера на шахтных электровозах, кранах, электрических экскаваторах и т. д.;

е) телеграфной и фототелеграфной связи и звукозаписи — в случае необходимости передачи и фиксации документальных сообщений;

ж) промышленного телевидения — при наблюдении за ходом производственных процессов.

На промышленных предприятиях широко применяется *директорская связь*. Информация, передаваемая с ее помощью, носит оперативный характер и по содержанию является административно-хозяйственной. Поскольку технические средства данной связи (в основном прямой телефонной) имеют много общих черт со средствами диспетчерской телефонной связи, можно рассматривать их совместно.

Технологическая связь предназначена для прямой связи между производственным персоналом, обслуживающим отдельные агрегаты, звенья единых производственных и технологических процессов. Средствами обеспечения ее могут быть: прямая телефонная и производственная громкоговорящая связь, радиосвязь, высокочастотная связь по троллеям и с движущейся клетью, телеграфная и фототелеграфная связь, а также звукозапись и промышленное телевидение.

По способам организации виды связи подразделяются на беспроводную (радиосвязь УКВ, КВ), проводную (низкочастотную, высокочастотную) и комбинированную (радиопроводную) связь.

По дальности связи различают сети *междугородной* и *внутригородской* связи.

По типу линии подразделяются на воздушные (стальные, биметаллические, медные), кабельные (симметричные или коаксиальные) и радиорелейные.

В зависимости от способа установления соединения различают коммутируемую и некоммутируемую или прямую связь. Способ вызова может быть либо групповой (неизбирательный), либо избирательный.

Передача информации может быть односторонней, двусторонней, групповой, а способ приема, например для акустической информации — телефонный и громкоговорящий.

По одновременности передачи и приема информации различают симплексную и дуплексную связь.

По принадлежности сети связи делятся на общегосударственные и ведомственные.

Таким образом, структура каждого вида связи всегда параллельная, т. е. в рамках одного вида связи можно осуществить резервирование функций (передачу информации) путем дублирования различных сетей связи. Например, при выходе из строя сети производственной автоматической телефонной связи (ПАТС) передача информации (вид связи — телефонный) может быть осуществлена по сетям диспетчерской телефонной связи и т. д.

Каждая сеть связи представляет собой конкретную реализацию совокупности перечисленных выше признаков. При этом один или два признака, как правило, являются главными и на практике формируют название сети (например диспетчерская телефонная связь, прямая радиосвязь и т. д.).

В состав любой сети связи входят станционные и линейные (канальные) устройства, а также абонентские (оконечные) пункты. Структура сети связи показана на рис. 1.1 и представляет собой ветвящуюся систему второго порядка, причем станционное устройство является элементом нулевого ранга, а линии и абонентские пункты — соответственно элементами первого и второго рангов. Иногда несколько сетей объединяются в одну сложную сеть (например при наличии ряда АТС, объединенных соединительными линиями).

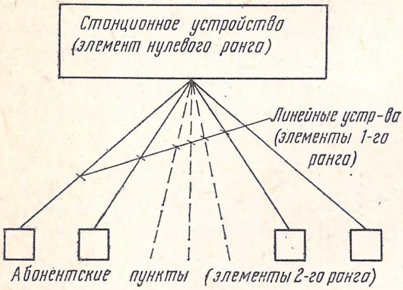

Станционное устройство (элемент нулевого ранга)
Линейные устр-ва (элементы 1-го ранга)
Абонентские пункты (элементы 2-го ранга)

Рис. 1.1. Общая структура сети связи

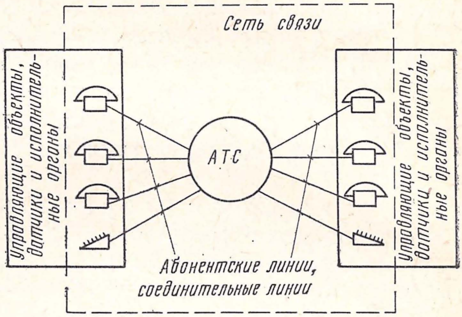

Сеть связи
Управляющие объекты, датчики и исполнительные органы
АТС
Управляющие объекты, датчики и исполнительные органы
Абонентские линии, соединительные линии

Рис. 1.2. Структура сети производственной автоматической телефонной связи

Структуры некоторых сетей связи, используемых на производственных предприятиях, приведены на рис. 1.2—1.5. Исходя из назначения сети связи, ее входами и выходами являются оконечные устройства связи, устанавливаемые у абонентов.

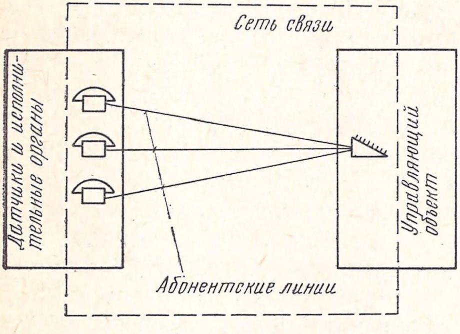

Сеть связи
Датчики и исполнительные органы
Управляющий объект
Абонентские линии

Рис. 1.3. Структура связи диспетчерской (директорской) телефонной связи

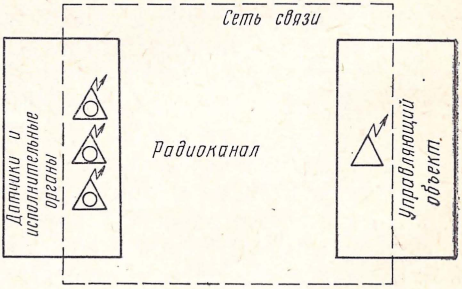

Сеть связи
Датчики и исполнительные органы
Радиоканал
Управляющий объект.

Рис. 1.4. Структура сети прямой радиосвязи

Все более широкое распространение на предприятиях получают *промышленное телевидение и звукозапись.* Поэтому в настоящей книге понятие «связь» объединяет не только виды собственно связи, но и электрическую сигнализацию, промышленное телевидение и звукозапись.

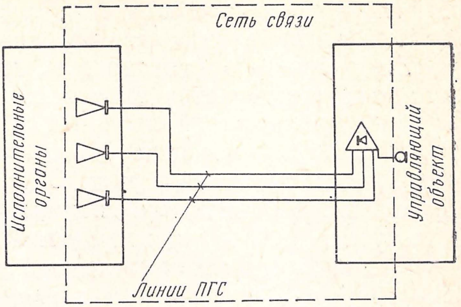


Рис. 1.5. Структура сети односторонней производственной громкоговорящей связи

1.5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ СВЯЗИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ И ТРЕБОВАНИЯ К СЕТЯМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СВЯЗИ

Поскольку существо любой системы управления составляет переработка информации, ни одна такая система не может функционировать без необходимого комплекса средств связи. Состав этого комплекса может быть различным в зависимости от системы управления, в рамках которого он работает. В настоящее время повсеместно на промышленных предприятиях для доставки информации используются различные технические средства, так как нетехнические способы доставки информации (устная речь при непосредственном контакте людей, курьеры, письменные документы и т. п.) в ряде производственных ситуаций, а также при работе с ЭВМ либо вообще невозможны, либо крайне неэффективны.

Помимо доставки информации между людьми, средства связи обеспечивают возможность функционирования других элементов технической базы систем управления — вычислительной техники, систем автоматического регулирования, телесигнализации, телеизмерения и телеуправления. Это достигается либо за счет включения в состав системы специальных устройств, либо за счет совместного использования сети линейных сооружений промышленных предприятий. Таким образом, средства связи являются составной частью технической базы систем управления, предназначенной для обеспечения доставки информации и осуществления действия других составных частей этой базы.

Являясь составной частью производства как кибернетической системы, производственная связь может сама рассматриваться как сложная система, имеющая физическую, кибернетическую и экономическую сущность.

Как физическая система производственная связь представляет собой совокупность станционных, линейных, энергетических и гражданских сооружений и оконечных абонентских устройств.

Как кибернетическая система производственная связь может быть разбита на *управляющую* (цех связи промышленного предприятия) и *управляемую* (средства связи) системы. Информация о состоянии управляемой системы вырабатывается частично автоматизированно (при наличии специальных устройств контроля давления в кабелях связи, исправности абонентских линий и т. д.), частично вручную (монтерами или абонентами). Доставка информации осуществляется либо с использованием самой системы связи, либо специальной системой связи (например при наличии диспетчерской службы цеха связи на предприятии), либо нарочным, при личном контакте и т. д. Обработка ее производится руководством службы связи или специальной диспетчерской службой. Используется информация ремонтными бригадами.

Как экономическая система производственная связь является динамическим отражением в экономическом аспекте соотношения произведенных затрат на создание системы доставки информации и поддержание ее в работоспособном состоянии и полученных положительных результатов вследствие своевременной передачи информации по управлению производством. Иными словами, если производственная связь рассматривается как экономическая система, то можно считать, что она функционирует за счет авансирования определенных затрат.

С помощью существующей системы производственной связи можно достичь требуемых результатов двумя способами: либо за счет введения в действие резерва мощности, т. е. экстенсивным путем, либо за счет повышения эффективности функционирования системы, т. е. более интенсивным использованием имеющихся каналов и оборудования связи. Если имеющегося резерва мощности недостаточно для передачи требуемого объема сообщений, он может быть создан за счет соответствующих капитальных вложений.

Для сопоставления экономических результатов, полученных от использования системы связи, и затрат, произведенных на нее, необходимо, чтобы все оценивалось в одних и тех же единицах. При оценке затрат необходимо учитывать экономическую неравноценность капитальных вложений и эксплуатационных расходов. Известно, что больший объем единовременных капитальных вложений позволяет, как правило, в последующем эксплуатировать систему производственной связи с меньшими текущими (эксплуатационными) затратами. Если текущие затраты $Э$ являются функцией от капитальных затрат C, то коэффициентом, определяющим соотношение указанных двух видов затрат, является первая производная функции $E_{н} = \frac{dЭ}{dC}$, которая в дискретной форме при сравнении двух вариантов является нормативным коэффициентом экономической эффективности, определяемым как:

$$E_{н} = \frac{Э_1 - Э_2}{C_1 - C_2}, \tag{1.1}$$

где $Э_1$, $Э_2$ — текущие (эксплуатационные) затраты соответственно по первому и второму вариантам; C_1, C_2 — капитальные затраты по этим вариантам.

Из ф-лы (1.1) следует, что из группы рассматриваемых вариантов наиболее эффективен, при прочих равных условиях, такой, который обеспечивает равенство величины приведенных затрат $П = Э + E_{н}C =$ минимум. Это равенство является наиболее общим и важнейшим условием экономической целесообразности принятия того или иного проектного решения.

Коэффициент экономической эффективности $E_{н}$ непосредственно связан с результатом работы системы связи, т. е. с экономическим эффектом, который достигается за счет воздействия этой системы на ход основного производства. Указанный эффект зависит также и от величин капитальных и эксплуатационных затрат.

В наиболее общем виде экономический эффект от использования системы связи представляет собой разность

$$\chi = \pi - П, \tag{1.2}$$

где π — продукция системы связи — стоимостная оценка положительных результатов воздействия системы связи на основное производство; $П$ — приведенные затраты.

Положительный эффект от использования средств производственной связи достигается за счет возможности применения прогрессивных технологических схем (например высокоскоростное прокатное производство не может функционировать без эффективных средств передачи информации), сокращения простоев машин, механизмов, рабочих бригад, холостых пробегов автотранспорта (вследствие повышения оперативности управления при своевременной доставке информации требуемым адресатам), увеличения производительности труда производственного и управленческого персонала, который при достаточном количестве средств связи и правильной ее организации экономит значительное время при передаче информации. Методика подсчета положительного эффекта должна устанавливаться для каждой отрасли промышленности отдельно.

Экономическая эффективность системы производственной связи, определяемая как отношение полученного результата к затратам, обеспечивающим данный результат, определяется по формуле

$$\eta = \pi / П. \tag{1.3}$$

Максимизация величин χ и η является целью проектирования и эксплуатации производственной связи. Однако прямое использование ф-л (1.2) и (1.3) в практических условиях затруднительно, так как весьма сложно определить величину π — стоимостную оценку результатов воздействия системы связи на основное производство, поскольку на последнее, кроме системы производственной связи, влияет огромное количество других факторов: совершенствование технологии, применение прогрессивных материалов и т. д.

Система производственной связи, как и другие элементы технической базы системы управления, должна удовлетворять потребностям системы управления, которую они обслуживают, соответствовать этой системе. Это соответствие должно быть достигнуто по одному или нескольким показателям:

— объему сообщений, передаваемому в единицу времени;
— времени доставки заданного объема сообщений;
— верности доставляемой информации;
— экономичности доставки информации.

Объем сообщений, передаваемый в единицу времени, определяет качественный уровень системы связи. Если этот объем незначительный, могут быть использованы простейшие средства доставки информации. В противном случае должны применяться современные средства, обладающие большей пропускной способностью.

Если для управления технологическим процессом, длящимся время T, требуется объем сообщений V, то способ доставки информации должен выбираться, исходя из неравенства

$$V/T \ll c, \tag{1.4}$$

где c — скорость передачи информации, определяемая по формуле

$$c = C/H, \tag{1.5}$$

где C — пропускная способность канала связи; H — энтропия одной буквы (фонемы и т. д.) сообщения. Пропускная способность канала связи находится по известной формуле Шеннона:

$$C = \Delta F \log(1 + P/W), \tag{1.6}$$

где ΔF — полоса частот канала, Гц; P/W — отношение сигнал/шум.

Время доставки информации адресату складывается из времени составления адреса, подготовки информации, различного рода ожиданий в процессе установления соединения, времени передачи, а также времени получения информации адресатом. Для большинства реальных систем управления производством этот показатель является важнейшим.

Ожидание в процессе установления соединения зависит от системы обслуживания (порядка выполнения операций с вызовом, поступившим на ее вход), а также параметров, характеризующих входящий поток требований и систему обслуживания.

В общую величину затрат времени в процессе установления соединения включаются подходы к оконечным устройствам связи, размещенным по территории предприятия, и операции, технически необходимые для осуществления требуемого выбора (нажатие ключа, кнопки, набор номера и т. д.). Величина времени установления соединения является случайной, т. е. принимает различные значения при каждом конкретном вызове. Имеются определенные отличия по величине и структуре времени доставки информации для телефонной и телеграфной связи. Для последней, в частности, большой удельный вес занимает время подготовки информации и получения ее адресатом.

К времени доставки информации в целом предъявляются следующие требования:

— время доставки любого сообщения не должно превышать заданной величины;

— время доставки определенной группы сообщений не должно превышать заданной величины, а остальные сообщения могут быть либо переданы за это же время, либо задержаны;

— время доставки сообщений не должно превышать заданной для каждой группы величины.

В связи с тем что на каждом промышленном предприятии информация имеет самое различное содержание и разнообразную форму, требование об обеспечении доставки объема всех сообщений за определенный срок, как правило, не выдвигается. На каждом предприятии всегда имеется несколько (практически независимых друг от друга) групп передаваемых сообщений, отличающихся друг от друга формой и содержанием. Установление этих групп является важнейшим элементом обследования потоков информации на промышленных предприятиях.

К отдельным элементам процесса доставки информации адресату предъявляются следующие требования:

— время, затрачиваемое на подход к оконечному средству связи на исходящем конце, должно быть, по возможности, небольшим;

— пользование оконечным абонентским устройством не должно быть сложнее выполнения технологических операций, а время осуществления выбора требуемого абонента — не больше заданной величины;

— не должны превышать установленных величин: время ожидания освобождения средства связи на исходящем конце; время ожидания освобождения соединительных путей; время ожидания освобождения средства связи на входящем конце и т. д.

Нетрудно видеть, что требования, предъявляемые к отдельным элементам процесса доставки информации адресату, так же, как и требования к общей величине времени доставки информации, целиком определяются спецификой и уровнем развития систем управления, которые средства связи обслуживают.

Верность доставляемой информации является важной ее характеристикой и характеризует степень соответствия принятого сообщения переданному. От верности следует отличать истинность информации — ее соответствие объекту. При любой верности передаваемого сообщения их истинность будет постоянна.

В системах управления производством от истинности и верности во многом зависит эффективность управления. При разработке систем связи обычно считают, что необходимая истинность сообщений должна быть обеспечена вне этих систем, при выработке информации и осуществлении контроля за ходом управляемого процесса. Что касается системы доставки информации, то она должна обеспечить требуемую верность. При величине фразовой разборчивости меньше 0,9 контакт между собеседниками нарушается. При передаче текстовых материалов по телеграфу с помощью трансмиттера одна неверно принятая буква встречается через каждые 100—1000 знаков, а при работе с ЭВМ требуется верность порядка 10^{-6}, т. е. один неверный знак на миллион переданных. Вследствие этого вопросы достижения необходимой верности доставки информации самым тщательным образом учитываются при синтезе конкретных систем производственной связи.

Экономичность доставки информации понимается двояко: с одной стороны, каждая система управления должна обслуживаться «соответствующими» средствами связи, а с другой стороны, каждая система связи должна передавать заданный объем сообщений при минимуме средств. Небольшое промышленное предприятие не может иметь в составе своей системы связи, например, спутник связи «Молния», так как это нецелесообразно по экономическим причинам. Невыгодно устанавливать радиостанции там, где можно применять телефоны; телефонный аппарат и линия АТС обычно дешевле, чем телефонный аппарат и линия прямой связи и т. д.

Обе стороны экономичности доставки информации связаны между собой. Если спутник «Молния» не может быть применен в составе системы производственной связи, то это должно быть выяснено при сопоставлении затрат на его изготовление и запуск с затратами на организацию других сетей связи.

Глава 2

Модели и характеристики систем производственной связи

2.1. МОДЕЛИ СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СВЯЗИ

Существует несколько уровней систем производственной связи: министерства (ведомства), группы предприятий (объединения, комбината), предприятия, цеха, участка. На каждом уровне складывается определенное соотношение между объемами используемых средств общегосударственной и ведомственной связи: чем ниже уровень системы, тем больше применяется средств ведомственной связи. Однако независимо от уровня все системы производственной связи выполняют одну и ту же задачу — обеспечивают передачу информации по управлению производством. Поэтому можно говорить об обобщенной модели системы производственной связи.

Моделью называется отображение определенных характеристик объекта в целях его исследования. Система связи как объект исследования может рассматриваться в физическом, экономическом и кибернетическом аспектах. Модели могут быть реализованы из некоторых физических или абстрактных элементов. Для аналитического исследования системы связи наибольшее распространение получили абстрактные модели, которые всегда выражаются на каком-то языке и поэтому часто называются информационными моделями. Абстрактные (информационные) модели позволяют отобразить внутренние закономерности, свойственные сложным явлениям и процессам. Известны следующие виды информационных моделей:

—графические, определяющие характеристики исследуемого объекта с помощью графиков, схем, рисунков, чертежей;

— математические, осуществляющие описание объекта средствами математического аппарата.

С помощью математических моделей сочетаются качественные и количественные показатели анализа, формируются точные методы совершенствования моделируемого процесса и его целенаправленного развития. Точность и обоснованность моделей зависят от объективности и точности представления в них реальных процессов, связей между основными параметрами системы, ограничений, верности используемой информации. Эти модели могут успешно применяться только в том случае, когда они отражают важнейшие черты исследуемого объекта и не включают в себя те или иные стороны объекта, которые имеют второстепенное значение. Допустимая абстракция и разумная степень детализации модели необходимы для объективного выявления основных закономерностей и практического использования модели.

Наиболее обобщенная графическая модель системы производственной связи как физического объекта приведена на рис. 2.1. Элементами этой модели являются приемопередающая и каналообразующая аппаратура, устройства коммутации, каналы связи, а также внешняя среда, рассматриваемая как генератор шумов.

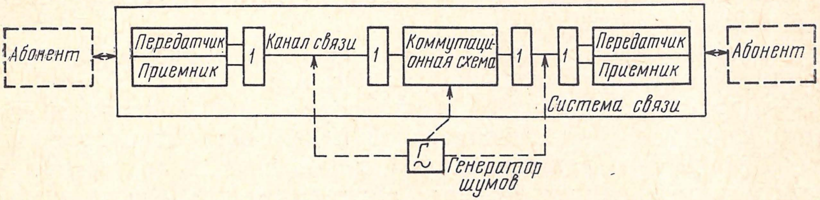


Рис. 2.1. Обобщенная модель системы связи как физического объекта (*1* — каналообразующая аппаратура)

Частными случаями графических моделей системы производственной связи как физического объекта являются структурные и принципиальные схемы используемого оборудования, диаграммы уровней, схемы магистральных, распределительных и межстанционных сетей, схемы кроссировок, уличные чертежи, планы размещения оборудования, схемы кабельных проводок, чертежи антенно-фидерных трактов, заземлений и т. д.

Математические модели системы производственной связи как физического объекта могут быть представлены в виде формул, связывающих пропускную способность канала связи со скоростью передачи информации и отношением сигнал/шум; величину затухания с диаметром жил кабеля и его длиной; величину сопротивления с типом кабеля и его длиной; усиление участка с затуханием и усилением усилителя и т. д.

067065

В качестве модели физического объекта можно рассматривать не только всю систему связи в целом, но и процесс доставки сообщения адресату. Такая модель (рис. 2.2) может быть получена из обобщенной модели при следующих предположениях:

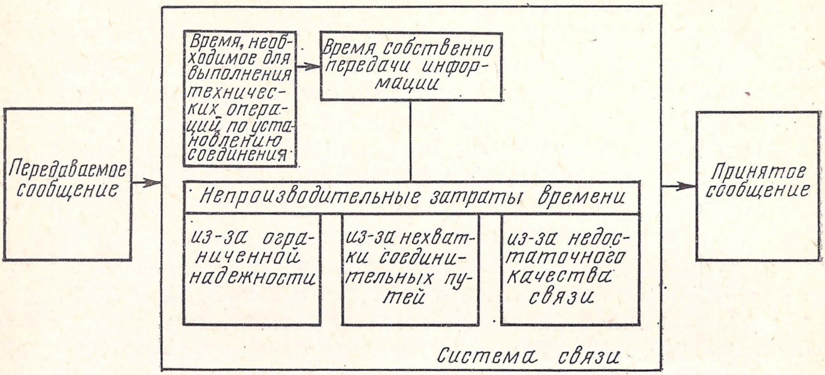

Передаваемое сообщение
Время, необходимое для выполнения технических операций по установлению соединения
Время собственно передачи информации
Непроизводительные затраты времени
из-за ограниченной надежности
из-за нехватки соединительных путей
из-за недостаточного качества связи
Система связи
Принятое сообщение

Рис. 2.2. Модель процесса доставки информации

1) основным параметром, характеризующим этот процесс, является время доставки информации;

2) общее время доставки информации состоит из времени собственно передачи (разговора) и непроизводительных затрат времени в процессе доставки;

3) непроизводительные затраты времени образуются во всех элементах модели, приведенной на рис. 2.1:

— в приемопередающей и каналообразующей аппаратуре, в каналах связи, за счет недостаточной надежности оборудования и линий, вследствие влияния шумов, помех, переходов и ограниченности усилительной способности аппаратуры на качественные характеристики тракта передачи информации;

—в коммутационной схеме, за счет нехватки в отдельные моменты времени соединительных путей, недостаточной надежности коммутационных приборов и вносимого ими затухания в тракт передачи информации.

Система производственной связи является системой многократного действия. Это означает, что качество выполнения ею своих функций должно оцениваться не тем, с какими затратами времени доставлено адресату одно конкретное сообщение, а тем, какие условия доставки (с точки зрения величины непроизводительных затрат времени) созданы для сколь угодно большой группы сообщений.

Каждый элемент модели, показанной на рис. 2.2, может быть представлен в виде совокупности количественных соотношений, позволяющих определить различные показатели, характеризующие те или иные стороны процесса доставки информации. Эти соотношения являются математическими моделями данного процесса и используются при решении важнейших вопросов оптимизации работы сетей связи при передаче сообщений. Некоторые из этих соотношений описываются ниже.

Обобщенная графическая модель системы производственной связи как экономического объекта приведена на рис. 2.3. Элементами этой модели являются основные средства, которые вырабатывают полезную продукцию системы связи, заключающуюся в обеспечении передачи заданного объема информации в требуемые сроки, а также производственный персонал, материалы и запасные части, электроэнергия, транспорт, амортизационный фонд, управление. Входом в такую модель являются капитальные (на строительство, монтаж и приобретение основного оборудования) и эксплуатационные (на поддержание системы связи в работоспособном состоянии) затраты, а выходом — объем продукции, прибыль, образующиеся в процессе ее функционирования.

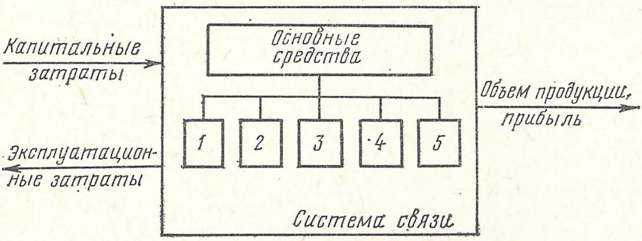


Рис. 2.3. Обобщенная модель системы связи как экономической системы:

1 — заработная плата производственных работников с отчислениями на соцстрах; *2* — затраты на материалы и запасные части; *3* — расходы на оплату электроэнергии для производственных нужд; *4* — амортизационные отчисления; *5* — прочие производственные и транспортные расходы по управлению и обслуживанию производства

Математическая модель системы связи как экономического объекта может быть описана формулами приведенных затрат, зависимостей капитальных и эксплуатационных затрат и составляющих их элементов от влияющих факторов.

При рассмотрении систем связи с кибернетических позиций выделяют следующие уровни:

—управление процессом доставки информации;

—управление узлами коммутации;

— управление потоками сообщений в сети;

— управление системой производственной связи как экономической системой.

Каждому уровню управления соответствует своя модель, причем каждая из них отличается от других составом подсистем и выполняемыми функциями (рис. 2.4—2.7). Все технические системы управления (рис. 2.4—2.6) выполняют три функции кибернетической системы — учет, контроль и регулирование; в экономической системе (рис. 2.7) таких функций реализуется шесть (добавляются организация, нормирование и планирование).

Если в качестве кибернетической системы рассматривается коммутируемая телефонная связь, то на самом нижнем ее уровне (установление соединения) все функции выполняются техническими средствами: в качестве датчиков (фиксаторов состояния управляемой коммутационной схемы) и органа управления, анализирующего состояние управляемого объекта и вырабатывающего команды, используются, как правило, электромагнитные реле, а в качестве исполнительных органов — электромагниты (подъема и вращения в АТС декадно-шаговой системы, выбирающие и удерживающие в АТС координатной системы). Такая система может быть, вообще говоря, признана автоматической, но следует при этом учитывать, что программа ее работы (номер вызываемого абонента)

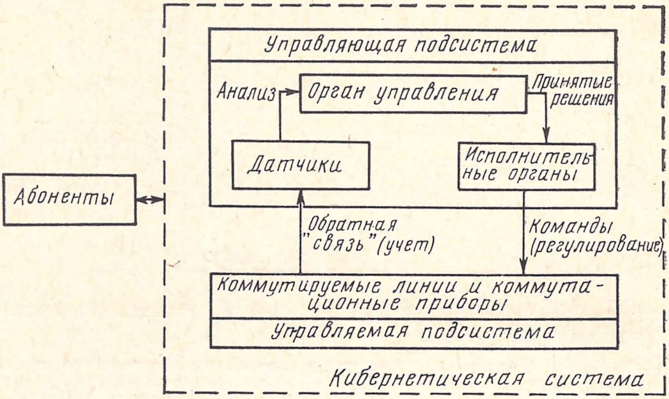

Управляющая подсистема
Анализ
Орган управления
Принятие решения
Датчики
Исполнительные органы
Абоненты
Обратная "связь" (учет)
Команды (регулирование)
Коммутируемые линии и коммутационные приборы
Управляемая подсистема
Кибернетическая система

Рис. 2.4. Модель управления процессом доставки информации как кибернетической системы

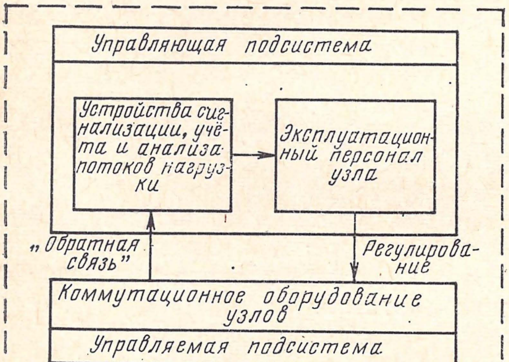

Управляющая подсистема
Устройства сигнализации, учёта и анализа потоков нагрузки
Эксплуатационный персонал узла
„Обратная связь"
Регулирование
Коммутационное оборудование узлов
Управляемая подсистема
Кибернетическая система

Рис. 2.5. Модель управления узлами коммутации

каждый раз задается вызывающим абонентом вручную, с использованием номеронабирателя или тастатуры.

На последующих уровнях технических систем функции контроля и регулирования в настоящее время выполняются эксплуатационным персоналом, причем с увеличением уровня систем степень участия людей в процессе управления возрастает. Иными словами, автоматизация систем управления (передача функций учета, контроля и регулирования техническим средствам) осуществляется постепенно снизу вверх. Для некоторых сетей производственной связи использование людей предусматривается и на самом нижнем уровне управления: в диспетчерской и директорской телефонной

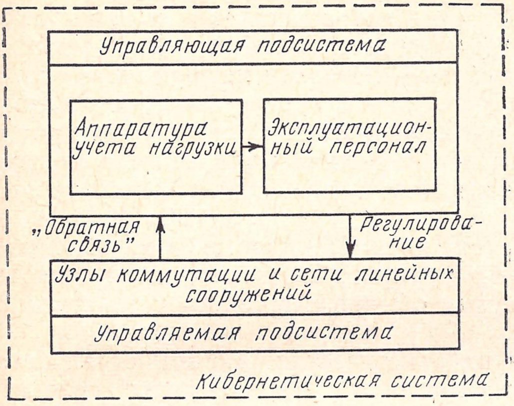

Управляющая подсистема
Аппаратура учета нагрузки
Эксплуатационный персонал
„Обратная связь"
Регулирование
Узлы коммутации и сети линейных сооружений
Управляемая подсистема
Кибернетическая система

Рис. 2.6. Модель управления потоками сообщений в сети

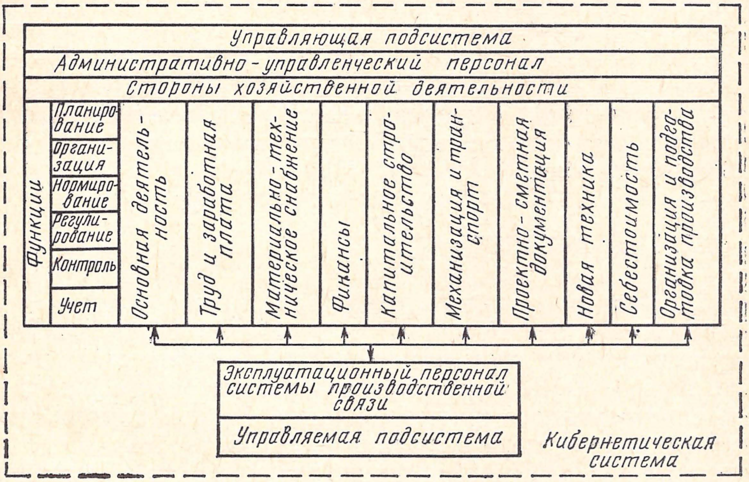

Управляющая подсистема
Административно-управленческий персонал
Стороны хозяйственной деятельности
Функции
Планирование
Организация
Нормирование
Регулирование
Контроль
Учет
Основная деятельность
Труд и заработная плата
Материально-техническое снабжение
Финансы
Капитальное строительство
Механизация и транспорт
Проектно-сметная документация
Новая техника
Себестоимость
Организация и подготовка производства
Эксплуатационный персонал системы производственной связи
Управляемая подсистема
Кибернетическая система

Рис. 2.7. Модель управления системой производственной связи как экономической системой

связи, например, только датчики (вызывные лампы) — технические средства; функции контроля (анализа и принятие решения) и регулирования (манипуляция кнопками пульта для осуществления требуемого вида соединения) выполняются оператором.

Во всех технических системах управляемые подсистемы создают два информационных потока — поток нагрузки и поток отказов. Поток нагрузки характеризует протекание основного технологического процесса на сети связи — передачу информации; поток отказов определяет ход сопутствующего процесса — обслуживания технических средств передачи информации. Соответственно этому в каждой управляющей подсистеме можно выделить две системы управления — управления нагрузкой и управления эксплуатационным обслуживанием.

Экономические системы (см. рис. 2.7), кроме перечисленных выше шести кибернетических функций, выполняют десять экономических функций, называемых обычно сторонами хозяйственной деятельности.

Математические модели кибернетических систем выражаются совокупностью уравнений и неравенств, связывающих основные параметры этих систем. Эти модели, как правило, допускают оптимизацию с использованием методов математического программирования (обычно линейного и динамического).

Из всех приведенных выше моделей, всесторонне описывающих систему производственной связи, особо выделяется модель, приведенная на рис. 2.2, поскольку она объединяет все основные характеристики главного технологического процесса в сетях связи — доставки информации адресату. Рассмотрим указанные характеристики более подробно.

2.2. НАДЕЖНОСТЬ

Системы производственной связи имеют в своем составе тысячи различных элементов, отказ в работе любого из которых ведет к полному или частичному выходу из строя связи в целом. Поэтому важно уметь прогнозировать возникновение отказа с целью его своевременного предупреждения. В этом помогает теория надежности. С ее помощью можно исследовать как надежность всей системы передачи информации, так и любого составляющего ее элемента.[1]

Под *надежностью* системы или ее элемента подразумевается свойство сохранять свои параметры в заданных пределах и в заданных условиях эксплуатации. Системы (элементы) подразделяются на *восстанавливаемые* (возвращающие свои свойства после отказа в работе) и *невосстанавливаемые* (работающие до первого отказа). Аппаратура связи относится к восстанавливаемым системам.

---

[1] Под элементом понимается любое устройство, являющееся составной частью системы, надежность которой исследуется.

Основными количественными характеристиками надежности восстанавливаемых систем и элементов являются наработка на отказ, интенсивность отказов, вероятность безотказной работы, время восстановления и время профилактики.

Наработкой на отказ называется промежуток времени от момента окончания восстановления после отказа до момента появления следующего отказа. При этом следует иметь в виду, что всю «жизнь» системы (элемента) можно разбить на три периода.

В первом периоде *(период приработки)* количество отказов, происшедших в единицу времени, резко уменьшается с течением времени за счет устранения скрытых дефектов изготовления, проявляющихся в начале работы системы (элемента). Отказы, появляющиеся в этот период, носят название *приработочных*.

Второй период *(период нормальной работы)* характеризуется тем, что число отказов, возникающих в единицу времени, практически является постоянной величиной. Эти отказы называются *внезапными* и не могут быть предупреждены заменой старых элементов новыми, так как последние внесут в систему дополнительные приработочные отказы.

В третьем периоде *(период износа)* количество отказов в единицу времени резко увеличивается со временем за счет старения элементов. Отказы, возникающие в этот период, получили название *постепенных,* или *износовых,* и могут быть предупреждены путем замены изношенных элементов новыми.

Наработка на отказ T_0 является математическим ожиданием случайной величины τ — времени «жизни» (работы) элементов. Средние значения наработки на отказ для различных типов аппаратуры могут быть получены путем статистических наблюдений за их работой в процессе эксплуатации. В табл. 2.1 приведены усредненные данные о наработке на отказ для некоторых средств производственной связи. Эти данные получены цехами технологической диспетчеризации ряда металлургических заводов, а также

Таблица 2.1

Вид оборудования	Наработка на отказ T_0, ч	Вид оборудования	Наработка на отказ T_0, ч
Телефонные аппараты	200 000—500 000	Коммутаторы телефонной и громкоговорящей связи	1 500—3 000
Микрофоны	100 000—200 000	Радиотрансляционные узлы и усилители	1 500—2 500
Громкоговорители	70 000—100 000	Радиостанции	120—2 500
Выходные щитки	10 000—20 000	Системы производственной громкоговорящей связи	100—200
Усилители абонентские	7 000—10 000	Системы прикладного (промышленного) телевидения	до 420
Выпрямители	5 000—7 000		
Коммутаторы телефонные	3 000—5 000		

строительными организациями и использованы для установления нормативов по обслуживанию этих средств.

Надежность аппаратуры в значительной мере зависит от внешних условий, в которых она применяется. В табл. 2.2 приведены относительные данные о наработке на отказ некоторых средств производственной связи при их использовании в различных цехах одного из металлургических комбинатов.

Таблица 2.2

Наименование аппаратуры	Надежность аппаратуры, %, при применении ее в производствах			
	прокатном	доменном и коксохимическом	горнорудном	железнодорожном цехе
Телефонные аппараты	100	78	31,2	43
Аппараты производственной громкоговорящей связи с абонентскими усилителями	5,2	7,9	10,4	12,9
Вторичные электрочасы	79	38	16,6	42,5
Громкоговорители	54	41	20,8	68
Производственные радиостанции	2,7	4,2	—	1,46
Промышленные телевизионные установки	1,46	1,46	—	3,12

Интенсивность отказов λ — это среднее число отказов за единицу времени. В период нормальной работы интенсивность отказов, как указывалось выше, является постоянной величиной и равна

$$\lambda = 1/T_0. \tag{2.1}$$

Вероятность безотказной работы за время t можно рассматривать как вероятность того, что длительность промежутка времени между двумя соседними отказами будет больше t. В тех случаях, когда износ систематически предотвращается путем замены элементов до окончания периода нормальной работы или когда изменяются только отказавшие элементы, экспоненциальный закон вероятности безотказной работы достаточно точно соответствует действительности. Тогда

$$P_{(0,t)} = P(\tau \geqslant t) = \mathrm{e}^{-\lambda t}, \tag{2.2}$$

где $P_{(0,t)}$ — вероятность безотказной работы системы в интервале времени от 0 до t; τ — случайное время работы системы до первого отказа.

Учитывая (2.1), имеем

$$P_{(0,t)} = \mathrm{e}^{-\frac{t}{T_0}}. \tag{2.3}$$

Важно подчеркнуть, что в данном случае вероятность безотказной работы не зависит от времени предшествующей работы системы (элемента), а зависит только от длины интервала t[1]. Кроме того, предполагается, что вероятность одновременного появления больше чем одного отказа пренебрежимо мала[2] и что вероятность появления отказов в рассматриваемом интервале не зависит от того, сколько раз и как появлялись отказы до этого интервала[3]. Таким образом, формула вероятности безотказной работы выведена в предположении, что отказы образуют стационарный ординарный процесс без последействия, получивший название *простейшего потока,* или *однородного процесса Пуассона.* Вероятность появления 1, 2, 3, ..., n отказов за промежуток времени t в этом случае может быть определена по формуле

$$P_{(n,t)} = \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda t} . \tag{2.4}$$

Например, если аппаратура работает 190 ч в месяц (t=190 ч), а интенсивность отказов $\lambda = 525{,}4 \cdot 10^{-6}$ (СДС М-50/100), то вероятность отсутствия отказов (n=0) $P_{(0,190)}=0{,}9048$, вероятность появления одного отказа $P_{(1,190)}=0{,}0905$, двух отказов $P_{(2,190)}=0{,}0045$, трех отказов $P_{(3,190)}=0{,}00015$ и т. д. Сумма всех вероятностей равна 1. Математическое ожидание числа отказов за рассматриваемый отрезок времени $\lambda t = 0{,}1$.

Временем восстановления называется промежуток времени от момента появления отказа до момента окончания восстановления, а *временем профилактики* — средняя продолжительность профилактических работ, отнесенная к одному отказу. Время восстановления и время профилактики имеют важное значение для оценки деятельности службы эксплуатации.

Время восстановления, так же как и наработка на отказ, является случайной величиной, но всегда может быть разложено на следующие составляющие: $t_{в1}$ — обнаружение отказа; $t_{в2}$ — подготовка инструментов и приборов; $t_{в3}$ — отыскание неисправности; $t_{в4}$ — обеспечение запасными частями и материалами для ремонта; $t_{в5}$ — замена и восстановление неисправных элементов; $t_{в6}$ — настройка и регулировка аппаратуры; $t_{в7}$ — контроль качества ремонта; $t_{в8}$ — потери времени по организационным причинам; $t_{в9}$ — потери времени из-за отсутствия запасных частей; $t_{в10}$ — собственно рабочее время по восстановлению.

Практика показывает, что закон распределения времени восстановления может быть принят экспоненциальным с параметром, определяемым в конкретных условиях с учетом квалификации эксплуатационного персонала и уровня организации обслуживания аппаратуры производственной связи. Затраты труда (в часах) на обслуживание средств производственной связи α могут быть определены по формуле

---

1) Процесс, обладающий таким свойством, называется стационарным.

2) Ординарный процесс.

3) Процесс без последействия.

$$\alpha = \sum_{i=1}^{n} N_i \lambda_i t_i (T_{\text{в}i} + T_{\text{п}i}), \tag{2.5}$$

где n — количество видов оборудования на предприятии; N_i — количество единиц i-го вида оборудования; $\lambda_i t_i$ — математическое ожидание числа отказов единицы i-го вида оборудования за рассматриваемый отрезок времени; $T_{\text{в}i}$ — среднее время восстановления для i-го вида оборудования; $T_{\text{п}i}$ — среднее время профилактики для i-го вида оборудования.

Зная затраты труда, легко определить общую численность обслуживающего персонала с учетом надежности применяемых средств, не находящихся в периоде износа, а также квалификации обслуживающего персонала и организации эксплуатации.

Для периода износа экспоненциальный закон вероятности появления отказов не применяется. В этом случае обычно используется нормальный закон распределения.

Надежность системы связи определенным образом связана с надежностью составляющих ее элементов. Элементы могут соединяться в систему либо последовательно, либо параллельно. *Последовательным соединением* элементов называется такое соединение, при котором отказ любого элемента вызывает отказ всей системы. *Параллельным соединением* элементов называется такое соединение, при котором отказ системы наступает в том случае, когда отказывают все входящие в систему элементы.

Надежность связи значительно увеличивается в *резервированных системах,* т. е. в системах, где параллельно основным рабочим элементам включаются резервные элементы. Например, на автоматических телефонных станциях резервируются источники питания, сигнально-вызывные устройства и т. д. При внезапном прекращении подачи электроэнергии от сети переменного тока или вследствие внутренних технических неисправностей выпрямительные устройства, от которых нормально производится электропитание автозала (основные рабочие элементы), уже не могут выполнять своих функций (отказывают). В этом случае включаются аккумуляторные батареи (резервные элементы), которые и обеспечивают питание станции.

В системах производственной связи используют три типа резервирования: нагруженное, ненагруженное и облегченное.

При *нагруженном резервировании* основные и резервные элементы находятся в одном и том же рабочем режиме. Такое резервирование используется в схемах транспортной связи, радиосвязи, на ПАТС, при организации производственной громкоговорящей связи и т. д.

В случае *ненагруженного резервирования* составляющие резерв элементы нормально находятся в отключенном состоянии и переходят в рабочий режим только при отказе резервируемого элемента. Примером ненагруженного резервирования являются взаимозаменяемые агрегаты сигнально-вызывных устройств ПАТС, занятые и незадействованные пары комплексных телефонных сетей и т. д.

При *облегченном резервировании* резервные элементы до момента включения в работу находятся в облегченном (дежурном) режиме, в котором вероятность возникновения отказа меньше, чем при рабочем режиме. Облегченное резервирование широко используется при организации производственной громкоговорящей связи и в других случаях.

Аппаратура связи на промышленных предприятиях, как правило, работает в условиях производственных шумов, вибраций, загазованности, пыли, повышенной влажности, резких колебаний температуры. Все это отрицательно сказывается на надежности работы связи, увеличивает объем эксплуатационных расходов, требует специальной подготовки обслуживающего персонала. Защита от внешних воздействий осуществляется либо в самой аппаратуре, либо особыми мероприятиями, проводимыми в условиях эксплуатации, либо обоими способами одновременно. Большое внимание уделяется защите сооружений связи от влияния линий электропередач, число которых на промышленных предприятиях очень велико, а также от влияния контактных сетей электрифицированных железных дорог.

Выше указывалось, что надежность аппаратуры связи следует учитывать при организации эксплуатации. Однако уже при проектировании должны быть решены вопросы выбора типов аппаратуры связи с учетом обеспечения, с одной стороны, минимальной стоимости строительства, а с другой стороны, наиболее высокой надежности, при которой эксплуатационные затраты будут минимальными. Как правило, указанные требования являются противоречивыми. Кроме того, при проектировании должны быть обоснованы решения по резервированию отдельных элементов системы связи.

Теория надежности применяется и при решении других вопросов организации связи на промышленных предприятиях.

2.3. СРЕДНЕЕ ВРЕМЯ ОЖИДАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ДОСТАВКИ ИНФОРМАЦИИ

Используемые на промышленных предприятиях средства связи подразделяются на две группы. Состав первой группы практически не зависит от величины поступающей нагрузки. К ней относятся средства диспетчерской, директорской, радио- и некоторых других сетей связи. Состав второй группы полностью или частично определяется величиной поступающей нагрузки. Сюда относятся средства производственной автоматической телефонной связи и документальной связи.

Между объемом передаваемой информации и нагрузкой, поступающей на вход системы связи, имеется определенная зависимость. Информация и ее количественная мера не зависят от средств, по которым она будет передаваться, и характеризуют смысловую сторону процесса передачи. Нагрузка (трафик) целиком определяется параметрами системы связи, по которой ведется передача, и характеризует интенсивность использования этой системы для передачи заданной информации. Количество информации измеряется в битах и других единицах, а величина нагрузки — в минуто- или часо-занятиях. Очевидно, что если имеется объем информации V, то соответствующая величина нагрузки может быть определена по формуле

$$y = V/c, \tag{2.6}$$

где c — пропускная способность (наибольшая скорость передачи) системы связи, выбранной для передачи данного объема информации; выражается в единицах информации за единицу времени на одно занятие.

Независимость первой группы средств связи от величины поступающей нагрузки следует понимать в том смысле, что эти средства не имеют оборудования, объем которого можно было бы увеличивать или уменьшать, исходя из колебаний величины поступающей нагрузки. Это объясняется тем, что к данной группе отнесены виды связи, основное назначение которых заключается в обеспечении «жесткой» связи (т. е. прямой связи директора или диспетчера с одними и теми же абонентами, радиостанций, настроенных на одну частоту, между собой и т. д.). В соответствии с этим никаких коммутирующих устройств, осуществляющих поиск требуемых абонентов и рассчитываемых вероятностными методами, здесь не имеется. Например, абоненты, включенные в систему директорской связи, могут вызывать только директора, причем объем станционных устройств директорской связи не зависит от частоты и продолжительности вызовов. Однако и в этих случаях фактор величины поступающей нагрузки должен учитываться, во-первых, при расстановке абонентских устройств и, во-вторых, при определении емкости станционных сооружений.

Расстановка абонентских устройств осуществляется, исходя из производственной необходимости. В час наибольшей нагрузки приходящаяся на один оконечный пункт нагрузка практически не должна превышать 0,10—0,25 ч.-зан (без учета оперативных совещаний, циркуляров и т. д.). Если нагрузка, поступающая с какого-либо абонентского устройства, больше указанной величины, то в этом пункте следует установить два или более аппаратов. Практикой установлено, что один диспетчер с оператором могут нормально работать, если коммутатор имеет емкость не больше 50—100 номеров.

Вторая группа средств связи характеризуется наличием коммутирующих устройств, обеспечивающих выбор требуемого абонента. В этих случаях по величине поступающей нагрузки методами вероятностного анализа можно рассчитать объем устройств, необходимый для осуществления заданного качества соединений. Методы расчета объема оборудования для указанных сетей связи рассматриваются ниже, в соответствующих главах.

Соединение абонентов для передачи информации всегда состоит из нескольких последовательных этапов. *Время, требуемое для* *соединения абонентов между собой,* относится, с точки зрения назначения системы связи, к непроизводительным затратам, поскольку полезная работа — передача информации — в данный период не производится. Указанные затраты неизбежны, так как все технические средства связи предполагают осуществление выбора требуемого абонента среди всех остальных.

В самом общем виде затраты времени в сети связи образуются за счет:

— выполнения технически необходимых операций по установлению соединения (набор номера, нажатие ключа на коммутаторе и т. д.) — $t_{\text{тех}}$;

— подхода к средству связи (телефонному аппарату, радиостанции и т. д.) на исходящем конце t_0;

— ожидания освобождения средств связи вызывающего абонента от ведения предыдущей передачи информации — t_1;

— ожидания освобождения соединительных путей к вызываемому абоненту (когда такие соединительные пути имеются) — t_2;

— ожидания освобождения средства связи вызываемого абонента от ведения предыдущей передачи информации — t_3;

— ожидания ответа вызываемого абонента (подход к средству связи на входящем конце) — t_4.

Модель для расчета среднего времени ожидания в процессе установления соединения приведена на рис. 2.8. Предполагается, что каждый элемент этой модели в любом состоянии системы может принимать только три значения: $t_{ni}=0$ (с вероятностью q_i), $t_{ni}=M[t_{ni}]$ (с вероятностью p_i) и $t_{ni}\to\infty$ (с вероятностью p_{00i}). Здесь $i=0, 1, 2, 3, 4$; t_{ni} — затраты времени по i-й причине (t_0, t_1, t_2, t_3, t_4); $M[\ \ ]$ — оператор математического ожидания.

Для тех состояний сети связи, при которых абоненты не отказываются от установления соединения,

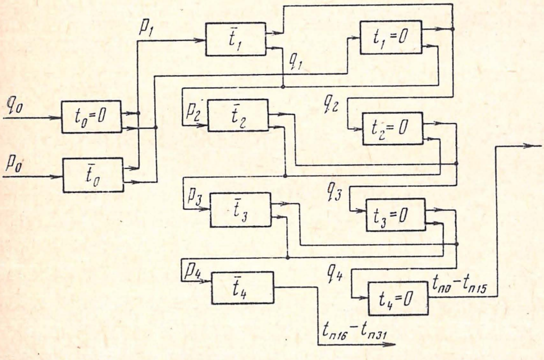


Рис. 2.8. Модель для расчета среднего времени ожидания в процессе установления соединения в сети связи

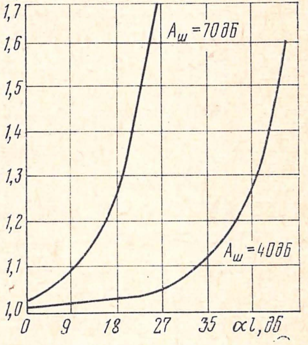


Рис. 2.9. Зависимость коэффициента z_k от затухания тракта и уровня окружающего шума

$$T=\sum_{i=0}^{z_a} P_j t_{nj}+t_{\text{тех}}, \tag{2.7}$$

где T — математическое ожидание затрат времени (среднее время ожидания в процессе установления соединения); P_j — вероятность нахождения системы в j-м состоянии ($j=0, 1, 2, \ldots, 31$); t_{nj} — математическое ожидание затрат времени в j-м состоянии; z_a — число состояний системы; $t_{\text{тех}}$ — время выполнения технически необходимых операций по установлению соединения.

Так как в рассматриваемой модели число элементов $n=5$ и все они могут находиться в любом сочетании друг с другом, то $z_a=\sum\limits_{i=0}^{5} C^i{}_5=2^5=32$. Таким образом, данная сеть связи может находиться в 32 состояниях, причем в одном из этих состояний будут отсутствовать всякие затраты (кроме $t_{\text{тех}}$). Вероятности нахождения системы в указанных состояниях определяются по формулам

$$\begin{aligned}
&P_0=q_0q_1q_2q_3q_4, && P_4=q_0q_1q_2p_3q_4,\\
&P_1=p_0q_1q_2q_3q_4, && P_5=p_0p_1q_2q_3q_4,\\
&P_2=q_0p_1q_2q_3q_4, && \ldots\ldots\ldots\\
&P_3=q_0q_1p_2p_3q_4, && P_{31}=p_0p_1p_2p_3p_4.
\end{aligned}$$

Математическое ожидание затрат времени в каждом из состояний, имеющих вероятности P_0—P_{31}, подсчитывается по формулам

$$\begin{aligned}
&t_{n0}=0, && t_{n4}=t_3,\\
&t_{n1}=t_0, && t_{n5}=t_0+t_1,\\
&t_{n2}=t_1, && \ldots\ldots\\
&t_{n3}=t_2, && t_{n31}=t_0+t_1+t_2+t_3+t_4.
\end{aligned}$$

После подсчета вероятностей P_0—P_{31} и величин t_{n0}—t_{n31} и их подстановки в ф-лу (2.7) можно определить математическое ожидание затрат времени в процессе установления соединения T.

Вероятности q_i и p_i, а также величины t_{ni} находятся при помощи аппарата теории массового обслуживания.

2.4. ВЕРНОСТЬ СВЯЗИ

Верностью связи называется степень соответствия переданного сообщения принятому. Верность связи оценивается для различных способов передачи информации по-разному. Количественной оценкой верности передачи речевых сообщений по сетям телефонной, радио- и производственной громкоговорящей связи является *артикуляция (разборчивость)*. Артикуляция при телефонной связи определяется величиной *затухания* тракта между абонентами, *уровнем шумов* и рядом других характеристик; при радиосвязи и производственной громкоговорящей связи — *отношением уровня полезного сигнала к уровню помех* и т. д.

Общим подходом к оценке верности связи является следующий. Некоторый ее уровень принимается за эталонный — такой уровень, при повышении которого реального улучшения качества приема и передачи информации не происходит. При уровне ниже эталонного резко уменьшается артикуляция, что приводит к увеличению времени передачи информации, которое равно

$$T_i = \frac{V_0}{c_0} z_k, \tag{2.8}$$

где V_0 — исходный объем передаваемой информации; c_0 — скорость передачи информации, соответствующая эталонному уровню верности; z_k — увеличение продолжительности передачи информации при уровне верности ниже эталонного.

Так как все виды артикуляции (формантная, звуковая, слоговая, словесная, фразовая) связаны между собой, то не имеет принципиального значения, каким из них пользоваться для оценки качества речи. Однако надо принять во внимание, что, как правило, только фразы содержат в себе законченную мысль, и поэтому именно они должны рассматриваться как «готовая продукция» систем производственной телефонной связи. Вследствие этого обычно для оценки верности телефонной связи принимается фразовая артикуляция.

Если фразовая артикуляция будет меньше $J_k=0,9$, то абоненты не смогут установить контакта между собой, а разговор не состоится. Фразовая артикуляция $J_k=0,9$ соответствует слоговой артикуляции $S_k \approx 0,25$, словесной $W_k \approx 0,75$, звуковой $D_k \approx 0,64$, формантной $A_k \approx 0,12$.

Коэффициент z_k, характеризующий увеличение продолжительности передачи информации при уровне верности ниже эталонного, может быть подсчитан по формуле

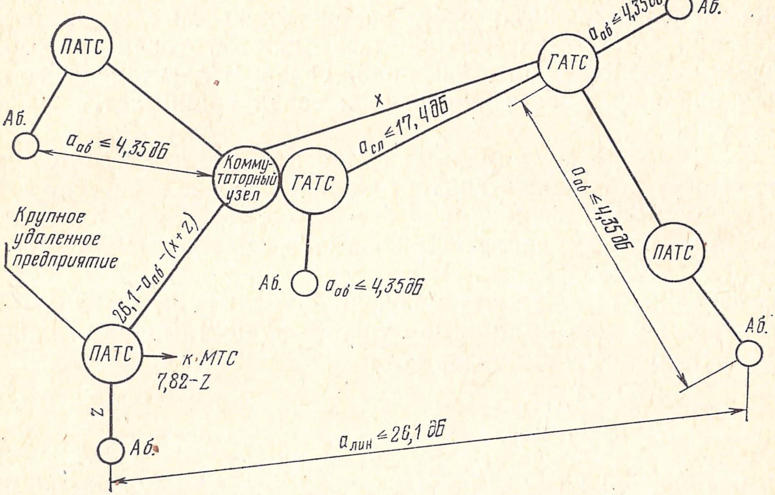
$$z_k = \frac{1}{J(1 + 21,83 \lg J)}, \tag{2.9}$$

где J — фразовая разборчивость. Зависимость этого коэффициента от затухания тракта и уровня окружающего шума приведена на рис. 2.9.

Из рисунка следует, что при уровне шума 40 дБ заметное ухудшение артикуляции начинается с затухания, равного примерно 25 дБ. Однако даже при затухании 56,5 дБ фразовая артикуляция составляет величину порядка 0,9. Это согласуется с реальными фактами, когда даже при очень плохой слышимости артикуляция остается удовлетворительной (например, когда при испорченном микрофоне один абонент говорит в телефон). При уровне шума 70 дБ резкое ухудшение артикуляции начинается с затухания тракта порядка 15—20 дБ.

Производственная автоматическая телефонная связь (ПАТС), как правило, является составной частью городской телефонной сети (ГТС) и должна обеспечивать выполнение нормы общей величины затухания как для местных (городских), так и для междугородных разговоров. Общая величина затухания на ГТС не должна превышать 28,7 дБ (в том числе 26 дБ на линейные и 2,6 дБ на станционные сооружения). В эту величину входят затухания отдельных участков сети, по которым происходит соединение двух наиболее удаленных друг от друга абонентов. При соблюдении указанной нормы любой происходящий на городской телефонной сети разговор будет характеризоваться нормальными слышимостью и артикуляцией.

Распределение величины затухания по участкам «ГАТС — ПАТС», «ПАТС—абонент» должно быть в каждом конкретном случае обосновано технико-экономическими расчетами, поскольку величина затухания, отводимого на какой-либо участок сети, определяет объем капитальных затрат на его сооружение. На рис. 2.10 приведено примерное распределение затухания по указанным участкам.



ПАТС
Аб.
$a_{аб} \le 4,35$ дБ
Коммутаторный узел
x
$a_{сл} \le 17,4$ дБ
ГАТС
$a_{аб} \le 4,35$ дБ
Аб.
ГАТС
Аб.
$a_{аб} \le 4,35$ дБ
$a_{аб} \le 4,35$ дБ
ПАТС
Аб.
Крупное удаленное предприятие
$26,1 - a_{аб} - (x+z)$
ПАТС
к МТС
$7,82 - z$
z
Аб.
$a_{лин} \le 26,1$ дБ

Рис. 2.10. Примерное распределение затухания по участкам внутригородской связи

Для *производственной автоматической связи* предприятия, не имеющей выхода на городскую телефонную сеть, а также для *директорской* и *диспетчерской телефонной связи* норма затухания может быть принята равной норме затухания, отводимой для городских телефонных сетей, т. е. 28,7 дБ. Эта норма позволяет при использовании кабеля с жилами диаметром 0,5 мм включать линии абонентов, расположенных на расстоянии до 20 км.

Верность односторонней и двусторонней *производственной громкоговорящей связи* характеризуется превышением уровня полезного сигнала над уровнем мешающего шума. Это превышение должно составлять для передачи команд по управлению производством 5—7 дБ, а при передаче многократно повторяющегося текста — 2—5 дБ.

Разборчивость речи при использовании производственной громкоговорящей связи считается:

— удовлетворительной, если фразовая разборчивость не ниже 89%. В тех случаях, когда передача информации повторяется несколько раз, такая разборчивость достаточна;

— хорошей, если фразовая разборчивость выше 93%;

— отличной, если фразовая разборчивость выше 97%.

Наиболее сложным оказывается удовлетворение нормы для передачи команд по управлению производством в условиях цехов промышленных предприятий, где уровни мешающих шумов очень велики и иногда превышают 100 дБ. Величина затухания по проводным линиям звукофикации не должна превышать 6 дБ.

При передаче речевой информации по каналам радиосвязи зависимость между фразовой разборчивостью и отношением сигнал/шум на выходе приемника приведена в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Разборчивость, %	Отношение сигнал/шум, дБ	Характеристика связи
Ниже 86	Ниже 8	Не используется
86—95	8—16	Слабая
95—97,5	12—22	Средняя
97,5—99,5	20—30	Хорошая
99,5—100	Более 30	Отличная

На зависимость разборчивости от отношения сигнал/шум влияет протяженность радиоканала, мощность передатчика, чувствительность приемника, высота и направленность антенн, коэффициент нелинейных искажений применяемой аппаратуры, собственные шумы приемника, акустические условия в точке приема и т. д.

Верность *прикладного (промышленного) телевидения* характеризуется четкостью, линейностью, точностью синхронизации, частотными и фазовыми искажениями, величина которых определяется на экране видеоприемного устройства по изображению неподвижной телевизионной испытательной таблицы ТИТ-0249.

По рекомендации Межведомственного координационного совета (МВКС) верность *передачи данных* определяется коэффициентом ошибок — средним значением отношения количества неправильно принятых знаков к общему количеству переданных. Поскольку телеграфная связь используется для передачи как текстовых, так и цифровых материалов, требования, предъявляемые к ней, изменяются в зависимости от формы передаваемой информации. Если при передаче текста имеется возможность восстановить ошибочно принятые места «по смыслу» (вследствие присущей письменной речи избыточности), то при передаче цифровой информации (при отсутствии специальных устройств обнаружения и исправления ошибок) такой возможности нет.

Увеличение продолжительности передачи «безызбыточной» информации по телеграфу подсчитывается по формуле

$$z_{k\text{тгр}} = 1 + \frac{k}{1-k}, \qquad (2.10)$$

где k — вероятность появления ошибок.

2.5. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕТИ ДОСТАВКИ ИНФОРМАЦИИ

Три важнейшие характеристики сетей производственной связи — надежность, время доставки и верность передачи информации — практически полностью определяют условия протекания процессов доставки информации, как это и следует из модели, приведенной на рис. 2.2. Однако влияние каждой из указанных характеристик на выполнение системой связи своей основной задачи не равноценно и определяется теми требованиями, которые предъявляются к качеству функционирования системы связи. Эти требования, как указывалось в гл. 1, могут быть в условиях промышленных предприятий самыми разнообразными. В одних случаях (например, в сетях пожарной сигнализации нефтехранилищ, поездной связи на железнодорожном транспорте и т. п.) при обеспечении условия по времени доставки информации важнейшую роль играет работоспособность технических средств в моменты выхода на связь, которая определяется надежностью системы связи. В других случаях (например, при связи на взлетных полосах аэродромов, в цехах металлургических заводов, шахтах и т. п.) при обеспечении требований по надежности наиболее существенен фактор времени доставки информации, при этом вследствие достаточного резервирования средств доставки информации требования к надежности несколько смягчены. И, наконец, в определенных ситуациях (например при связи с ЭВМ, и т. д.) на первое место выдвигается верность передачи информации.

Несмотря на то, что три характеристики системы производственной связи имеют различную физическую природу, они могут быть объединены в рамках одной модели. Это достигается благодаря тому, что при каких бы условиях не осуществлялась доставка информации и какие бы требования к ней не предъявлялись, каждая реализация процесса доставки информации может быть описана практически исчерпывающим образом продолжительностью данного процесса и его структурой (соотношением между временем собственно передачи информации и непроизводительными затратами времени). В самом деле, ограниченные надежность и верность приводят к срыву или ухудшению процесса передачи информации, а следовательно, и к его удлинению.

Назовем *состоянием сети связи* совокупность таких условий ее функционирования, которые обеспечивают доставку любого сообщения с продолжительностью «чистой» передачи $T_{\text{и}}$ и одной и той же величиной непроизводительных затрат времени $T_п$. Иными словами, любые сети связи в процессе передачи сообщений отличаются между собой (при постоянной величине $T_и$) различными значениями величины непроизводительных затрат времени $T_п$. Различия между сетями по другим признакам при сделанном определении состояния сети связи во внимание не принимаются. Но и при таком упрощении состояние сети связи зависит от большого количества случайных факторов (количества поступивших вызовов, свободных и занятых приборов и соединительных путей, ожидающих и потерянных вызовов, поведения абонентов, надежности аппаратуры, верности передачи информации и т. д.). Следовательно, состояние сети связи является случайной величиной и описывается случайным числом, равным отношению $T_и/(T_и + T_п)$, а также вероятностью появления этого отношения P_i.

Определим эффективность функционирования сети связи E как математическое ожидание случайной величины характеристики ее состояния, т. е.

$$E = \sum_{i=0}^{z-1} P_i \frac{T_{иi}}{T_{иi} + T_{пi}}, \tag{2.11}$$

где z — число возможных состояний сети; $T_{иi}$ и $T_{пi}$ — соответственно полезное время доставки информации и непроизводительные затраты времени в i-м состоянии; P_i — вероятность i-го состояния. Если отношение $T_{иi}/(T_{иi}+T_{пi})$ характеризует не дискретный (с конечным числом возможных состояний), а непрерывный ($z \to \infty$) процесс, то эффективность функционирования может быть определена как

$$E = \int P\left(\frac{T_и}{T_и + T_п}\right) \frac{T_и}{T_и + T_п}\, d\left(\frac{T_и}{T_и + T_п}\right). \tag{2.11'}$$

Величина E определяет наиболее вероятное состояние рассматриваемой сети и чем больше эта величина, тем меньше непроизводительно теряется абонентами времени в процессе передачи сообщений. При $E=1$ непроизводительные затраты времени равны нулю во всех состояниях сети связи ($T_п = 0$; $P_i = 1$) и сеть абсолютно эффективна; при $E=0$ передача информации во всех состояниях не производится ($T_и=0$ или $T_п \to \infty$; $P_i=1$).

Соотношения (2.11) и (2.11′) могут быть приняты за основную характеристику эффективности функционирования сети связи в тех случаях, когда ничего неизвестно о требуемых сроках доставки информации, т. е. если на время передачи информации не накладывается каких-либо ограничений. Между тем, в определенных ситуациях задержка передачи информации сверх задаваемого системой управления срока может привести к непоправимым отрицательным последствиям.

На промышленных предприятиях производственные ситуации изменяются очень быстро и от степени реакции лиц, осуществляющих управление, на происходящие изменения зависит успех деятельности участка, цеха, предприятия. Производственная связь должна обладать особой чертой, получившей название *оперативности связи,* отражающей эту специфику управления современным производством. В самом деле, мало знать, что данная система связи способна передать требуемый объем информации. Необходимо, чтобы этот объем был бы передан в сроки, позволяющие своевременно выполнить команду или принять решение.

Наличие на промышленных предприятиях различных сетей прямой связи — диспетчерской, директорской, производственной громкоговорящей и так далее — уже само по себе является следствием необходимости обеспечения оперативности связи. Связь может быть оперативной лишь в том случае, если абоненты будут затрачивать минимальное время на поиск средств связи для передачи информации, установление соединения и т. д.

При переходе от организации локальных сетей связи к их комплексному (системному) использованию появляется возможность передачи информации требуемому абоненту с использованием, например, двух сетей связи (телефонной и радио-,телеграфной и телефонной и т. д.), что способствует повышению оперативности связи.

Оперативность связи проявляется и при ведении групповых и циркулярных переговоров, потребность в которых возникает при необходимости передачи одного и того же сообщения большому кругу лиц. Если это сообщение передавать поочередно каждому абоненту, то потребуется слишком много времени. Кроме того, в последнем случае нельзя провести обмен мнениями, что иногда имеет важное значение. Большинство устройств производственной связи (диспетчерские и директорские коммутаторы, установки производственно-громкоговорящей связи, фототелеграфная аппаратура и т. д.) позволяет организовать циркулярные и групповые передачи.

Выше указывалось, что лицам, осуществляющим управление, как правило, предоставляются преимущественные права пользования средствами связи. Это дает возможность передавать ответственную информацию в минимальные сроки вне зависимости от занятости соединительных путей или вызываемого абонента. Приборы, обеспечивающие директорам, диспетчерам и другим руководителям преимущества в пользовании связью, можно отнести к устройствам, повышающим оперативность связи.

Передача информации с приемом на громкоговоритель повышает оперативность связи в том смысле, что передаваемое сообщение быстрее доходит до требуемого абонента и лучше им запоминается. Однако в некоторых случаях необходимо иметь возможность перейти на «скрытый» телефонный разговор. Поэтому в последнее время появилось оборудование производственной связи, позволяющее вести переговоры как с приемом на громкоговоритель, так и с помощью микротелефонной трубки в зависимости от желания абонентов. Наиболее удобно это оборудование применять для директорской и диспетчерской связи.

Количественно оперативность связи определяется как вероятность того, что информация может быть *передана требуемому абоненту в течение времени меньше заданного.* Если обозначить оперативность связи через Q, то по определению

$$Q = P(T_{\text{и}} + T_{\text{п}} \leqslant T_Q), \tag{2.12}$$

где $T_{\text{и}}$ — время передачи информации; $T_{\text{п}}$ — затраты времени в процессе установления соединения; T_Q — заданная величина времени, критерий оперативности связи.

Нетрудно видеть, что с ростом критерия оперативности связи T_Q величина Q будет увеличиваться, поскольку вероятность передачи информации в течение большего отрезка времени возрастает. При $T_Q \to \infty$ величина Q асимптотически стремится к единице, т. е. $Q_\infty = P\ (T_{\text{и}} + T_{\text{п}} < \infty) = 1$. С другой стороны, при $T_Q = 0$ $Q = P(T_{\text{и}} + T_{\text{п}} = 0) = 0$, так как никакая информация не может быть передана без затрат времени.

Наиболее оперативными являются системы связи, у которых вероятность передачи информации в минимально короткие сроки (т. е. с затратами времени, не превышающими $t_{\text{тех}}$) имеет максимальную величину. Оперативность описывается законом распределения случайной величины T_Q — критерия оперативности. Последний может быть задан, исходя из следующих соображений.

Каждое сообщение обладает определенным сроком «жизни» $T_{\text{макс}}$ (и с течением времени его ценность S падает). Информация, имеющая указанную продолжительность «жизни», должна передаваться по системе связи, у которой

$$\max(T_{\text{и}} + T_{\text{п}}) \ll T_{\text{макс}}. \tag{2.13}$$

Выражение (2.13) является основополагающим для выбора систем связи, исходя из обеспечения своевременной передачи информации. В этом свете оперативность связи может быть интерпретирована как вероятность передачи информации за время, в течение которого $S > 0$ $(T_Q \ll T_{\text{макс}})$.

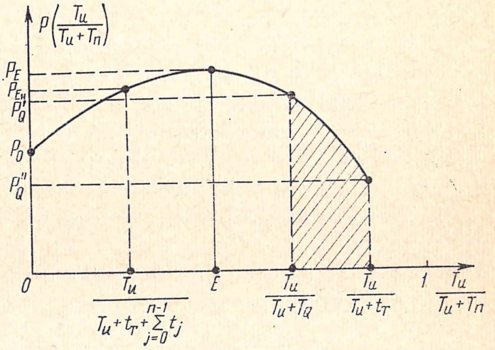


Рис. 2.11. Связь между эффективностью функционирования и оперативностью сети связи

Установим соответствие между эффективностью функционирования E и оперативностью Q. Допустим, что известна плотность распределения случайной величины отношения $T_{\text{и}}/(T_{\text{и}} + T_{\text{п}})$ (рис. 2.11). Тогда эффективность функционирования E представляется на этом графике точкой, соответствующей максимуму функции. Нижней границей оценки величины E является отношение

$$E_{\text{ниж}} = \frac{T_{\text{и}}}{T_{\text{и}} + t_{\text{т}} + \sum\limits_{j=0}^{n-1} t_j}, \tag{2.14}$$

где $t_{\text{т}}$ — технически необходимое время для установления соединения; t_j — математическое ожидание непроизводительных затрат времени в j-м элементе модели на рис. 2,8; n — число элементов модели, представленной на рис. 2.8.

В этой формуле все величины, стоящие в правой части, либо заданы, либо могут быть достаточно просто определены.

Отложим на оси абсцисс точку, соответствующую величине $T_{\text{и}}/(T_{\text{и}}+T_Q)$. По определению все точки, лежащие правее ее, соответствуют состояниям сети, когда информация будет доставлена за срок не выше заданного (критерия оперативности T_Q). Вследствие этого величина оперативности связи равна заштрихованной на рис. 2.11 площади, т. е.

$$Q = \int\limits_{\frac{T_{\text{и}}}{T_{\text{и}}+T_Q}}^{\frac{T_{\text{и}}}{T_{\text{и}}-T_{\text{т}}}} P\left(\frac{T_{\text{и}}}{T_{\text{и}}+T_{\text{п}}}\right) d\left(\frac{T_{\text{и}}}{T_{\text{и}}+T_{\text{п}}}\right). \tag{2.15}$$

Точка $T_{\text{и}}/(T_{\text{и}}+t_{\text{т}})$ является крайней правой границей возможных значений эффективной передачи информации. Поэтому наиболее жестким критерием оперативности является величина $t_{\text{т}}=T_Q$. В данном случае величина оперативности связи равна просто ординате P''_Q. Наоборот, при $T_Q > \frac{1-E}{E} T_{\text{и}}$ критерии оперативности можно назвать мягкими, потому что абсцисса $T_{\text{и}}/(T_{\text{и}}+T_Q)$ будет лежать левее E — математического ожидания состояния сети и требования, предъявляемые к срокам доставки информации, будут слабее средних условий функционирования сети.

Кроме величин E и Q, эффективность функционирования сети связи может характеризоваться и другими показателями. Например, в тех случаях, когда срыв передачи информации приводит к непоправимым отрицательным последствиям, критерием эффективности функционирования сети связи является надежность ее структуры, определяемая по методологии ветвящихся систем. Возможно применение в качестве такого критерия максимально допустимого или среднего времени непроизводительных затрат в процессе доставки сообщения, потери сообщения и др.

2.6. РАСЧЕТЫ МОДЕЛИ И ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕССА ДОСТАВКИ ИНФОРМАЦИИ

Расчет показателей, определяющих различные критерии эффективности функционирования каждой сети производственной связи, производится на основе модели, состоящей из элементов, указанных на рис. 2.2. При этом непроизводительные затраты времени из-за нехватки соединительных путей могут быть развернуты в виде модели, изображенной на рис. 2.8. Таким образом, расчетная модель любой сети производственной связи может быть представлена в виде совокупности девяти элементов.

Допустим, что при возникновении потребности в осуществлении доставки информации абонент ни в коем случае не откажется от попытки установления соединения. Тогда элементы модели на рис. 2.2 $t_т$ и $T_и$ будут присутствовать в любом состоянии сети и общее число этих состояний равно $n=2^7=128$. Указанное число состояний является максимальным для рассматриваемой модели и позволяет достаточно удовлетворительно отобразить такой весьма сложный процесс доставки информации, который происходит в сети производственной автоматической телефонной связи. Модели остальных сетей производственной связи могут быть получены с использованием меньшего числа элементов, т. е. в этих сетях некоторые элементы модели имеют вероятности отсутствия непроизводительных затрат времени $q_i = 1$ и соответственно $t_i = 0$.

Непроизводительные затраты времени в различных элементах модели процесса доставки информации в сетях производственной связи определяются организацией процесса в той или иной сети. В табл. 2.4 приводятся некоторые модели сетей производственной связи при фиксированных условиях их организации. В частности, было принято, что:

— оконечные (абонентские) устройства размещены таким образом, что абоненты могут их использовать; при этом каждой радиостанцией всегда пользуется одно лицо, которое постоянно находится возле нее;

— диспетчерская связь не автоматизирована — абонент может вести переговоры только с диспетчером;

— за диспетчерским коммутатором всегда находится дежурный оператор;

— диспетчерские коммутаторы соединены между собой прямыми линиями;

— управление работой усилителя производственной громкоговорящей связи осуществляется только с рабочего места диспетчера.

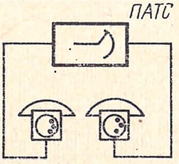
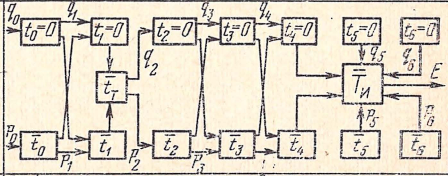
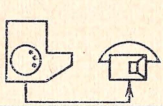
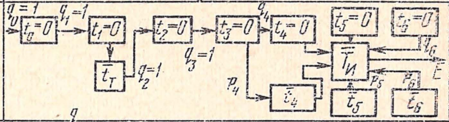
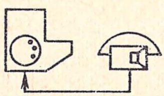
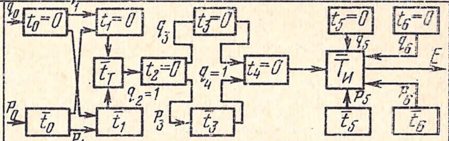
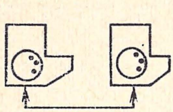
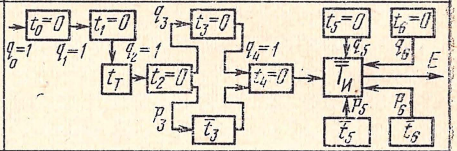
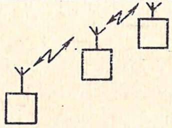
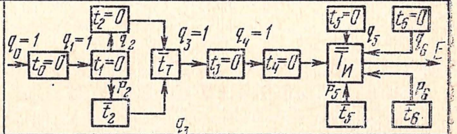
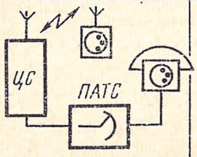
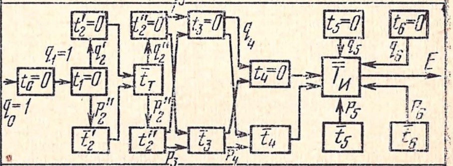
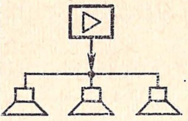
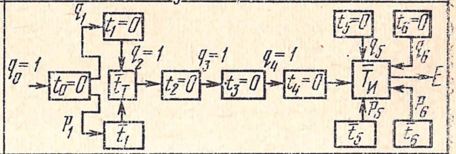
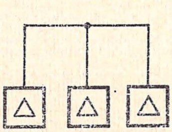
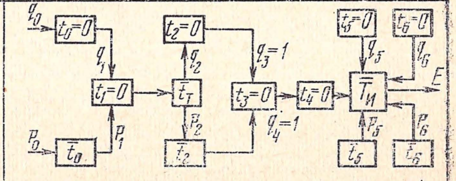
Если какие-либо из перечисленных условий не выполняются, то должны быть образованы соответствующие модификации моделей.

В табл. 2.4 обозначено:

q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6 — вероятности отсутствия непроизводительных затрат времени соответственно на подход к средству связи на исходящем конце, ожидание освобождения занятого средства связи на исходящем конце, ожидание в процессе установления соединения, ожидание освобождения занятого средства связи на входящем конце, подход к средству связи на входящем конце, увеличения длительности передачи информации из-за недостаточного качества тракта и надежности;

p_0, p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6 — соответствующие вероятности наличия непроизводительных затрат времени;

Таблица 2.4

Наименование		Структура сети	Количество состояний	Математическая модель
Производственная автоматическая телефонная связь			128	
Диспетчерская телефонная связь	Связь от диспетчера		8	
	Связь к диспетчеру		32	
	Связь между диспетчерами		8	
Радиотелефонная связь	Прямая		8	
	Автоматизированная		64	
Производственная громкоговорящая связь	Односторонняя		8	
	Двусторонняя циркулярная		16	

$\overline{t_0}, \overline{t_1}, \overline{t_2}, \overline{t_3}, \overline{t_4}, \overline{t_5}, \overline{t_6}$ — математические ожидания непроизводительных затрат времени по соответствующим причинам;

$\overline{t_т}$ — математическое ожидание времени, технически необходимого для установления соединения;

$\overline{T_и}$ — математическое ожидание времени передачи информации;

q'_2, p'_2— вероятности отсутствия и наличия затрат в процессе установления соединения между абонентом и центральной станцией системы «Алтай»;

q''_2, p''_2 — то же, между центральной станцией системы «Алтай» и производственной автоматической телефонной станцией (ПАТС).

Как указывалось выше, каждое состояние сети связи характеризуется вероятностью P_i и величиной непроизводительных затрат времени $T_{пi}$ (время собственно передачи информации $T_и$ предполагается постоянным для всех возможных состояний сети). При этом вероятность состояния сети определяется как произведение вероятностей элементов модели, а непроизводительные затраты времени подсчитываются как сумма непроизводительных затрат времени в тех элементах модели, у которых $p_i \neq 0$. Например, для модели сети диспетчерской телефонной связи (связь от диспетчера). вероятности состояний и соответствующие им непроизводительные затраты времени аналогично данным 2.3 определяются по формулам

$$
\begin{aligned}
P_1 &= q_0q_1q_2q_3q_4q_5q_6, & T_{п1} &= t_т,\\
P_2 &= q_0q_1q_2q_3p_4q_5q_6, & T_{п2} &= t_4 + t_т,\\
P_3 &= q_0q_1q_2q_3q_4p_5q_6, & T_{п3} &= t_5 + t_т,\\
P_4 &= q_0q_1q_2q_3q_4q_5p_6, & T_{п4} &= t_6 + t_т,\\
P_5 &= q_0q_1q_2q_3p_4p_5q_6, & T_{п5} &= t_4 + t_5 + t_т,\\
P_6 &= q_0q_1q_2q_3p_4q_5p_6, & T_{п6} &= t_4 + t_6 + t_т,\\
P_7 &= q_0q_1q_2q_3q_4p_5p_6, & T_{п7} &= t_5 + t_6 + t_т,\\
P_8 &= q_0q_1q_2q_3p_4p_5p_6, & T_{п8} &= t_4 + t_5 + t_6 + t_т.
\end{aligned}
$$

По приведенным формулам несложно рассчитать величину эффективности функционирования E:

$$E = \sum_{i=1}^{8} P_i \frac{T_и}{T_и + T_{пi}}$$

и величину оперативности Q:

$$Q = \sum_{i=1}^{8} P_i$$

при условии, что $T_{пi} < T_Q$.

Следовательно, для расчета моделей сетей производственной связи необходимо знать вероятности q_i и p_i и величины непроизводительных затрат времени в различных элементах модели t_i как функции параметров, определяющих условия работы сети. В табл. 2.5 приводятся расчетные формулы для определения этих величин,

Таблица 2.5

Наименование элемента модели	Вероятность		Математическое ожидание затрат времени в элементах модели, отнесенное к одному вызову
	отсутствия непроизводительных затрат времени	наличия непроизводительных затрат времени	
Подход к средству связи на исходящем конце	$q_0 = \lambda_{\text{исх}}\left[\frac{t_{i=0}}{T} + \lambda TT_{\text{и}} + \lambda_{\text{исх}}TT_{\text{п}}\right] + \frac{\lambda\lambda_{\text{исх}}}{\nu^2}L^2 e^{-\frac{\lambda_{\text{исх}}}{\nu}L}$	$p_0 = 1 - q_0$	$t_0 \approx \frac{2\lambda L}{\nu}$
Ожидание освобождения занятого устройства на исходящем конце	$q_1 = \frac{1 + my}{\sum\limits_{k=0}^{m}\frac{m!}{(m-k)!}y^k}$	$p_1 = \frac{\sum\limits_{k=2}^{r+1}\frac{m!}{(m-k)!}y^k}{\sum\limits_{k=0}^{m}\frac{m}{(m-k)!}y^k}$	$t_1 = \frac{\sum\limits_{k=1}^{m}\frac{(k-1)(m-1)!}{\lambda(m-k)!}y^k}{\sum\limits_{k=0}^{m}\frac{m!}{(m-k)!}y^k}$
Ожидание в процессе собственно установления соединения	$q_2 = 1 - p_2$	$p_2 = \frac{\frac{y_m^v}{v!}}{\sum\limits_{k=0}^{v}\frac{y_m^k}{k!}}$	$t_2 = t_{\text{т}}\left[1 + \alpha\frac{p_2}{1-p_2}\right]$
Ожидание освобождения средства связи на входящем конце	$q_3 = \frac{1}{\sum\limits_{k=0}^{m}\frac{m!}{(m-k)!}y^k}$	$p_3 = 1 - q_3$	$t_3 = q_2 t_{\text{т}}\frac{p_3}{(1-p_3)^2} + p_3 t_2$
Подход к средству связи на входящем конце	$q_4 = \lambda_{\text{вх}}\left[\frac{t_{i=0}}{T} + \tau\lambda TT_{\text{и}} + \tau_{\text{исх}}\lambda_{\text{исх}} \times TT_{\text{п}} + \frac{\lambda_{\text{исх}}}{\nu^2}L^2 \times e^{-\frac{\lambda_{\text{вх}}}{\nu}L}\right]$	$p_4 = 1 - q_4$	$t_4 = m\left\{\frac{\lambda_{\text{вх}}}{\lambda}t_0 \times \left[(1-q_4) + (1-q_4)^m \times \left(1 - p_j^m\right)\right] + \lambda_{\text{вх}}TT_{\text{опр}}\left[(1-q_4) - (1-q_4)^m(1-p_j)^m\right]\right\}$

Наименование элемента модели	Вероятность		Математическое ожидание затрат времени в элементах модели, отнесенное к одному вызову
	отсутствия непроизводительных затрат времени	наличия непроизводительных затрат времени	
Верность телефонной связи	$q_5=\frac{T-t_{\text{А}}}{T}$	$p_5=1-q_5$	$t_5=\left[\frac{1}{J_{\text{ср}}(1+21{,}83\lg J_{\text{ср}})}-1\right]\frac{V_0}{C_0}$
Верность документальной связи	$q_5=\frac{n_{k=0}}{N}$	$p_5=1-q_5$	$t_5=\left(\beta+\frac{k\gamma}{1-k}\right)\frac{V_0}{C_0}$
Надежность	$q_6=e^{-\lambda_{\text{н}}(T_{\text{и}}+T_{\text{п}})}$	$p_6=1-q_6$	$t_6\approx T_{\text{п}}$

выведенных при не очень жестких ограничениях, которые в результате этого можно использовать для расчетов самых различных сетей производственной связи.

В табл. 2.5. обозначено:

$\lambda_{\text{исх}}$ — интенсивность поступления исходящих от абонента вызовов;

$\lambda_{\text{вх}}$ — интенсивность поступающих к абоненту вызовов;

λ — общая интенсивность потока вызовов абонента;

L — математическое ожидание расстояния от рабочего места абонента до телефона;

T — рассматриваемый отрезок времени (обычно $T=1$ ч);

$t_{i=0}$ — время пребывания абонента на рабочем месте, совпадающем с местоположением телефонного аппарата;

v — скорость перемещения абонента;

m — количество абонентов;

y — величина нагрузки, создаваемой одним абонентом;

v — количество обслуживающих приборов;

α — коэффициент менее единицы, зависящий от того, на каких ступенях искания происходят отказы;

τ — коэффициент, показывающий, в течение какой части времени разговора $T_{\text{и}}$ абонент находится возле средства связи после окончания разговора;

$\tau_{\text{исх}}$ — коэффициент, показывающий, какая доля времени приходится на различного рода паузы, в течение которых может поступить входящий вызов;

p_j — вероятность того, что на поступивший вызов к средству связи подойдет j-й абонент;

$T_{\text{опр}}$ — время, затрачиваемое на опрос вызываемого абонента и сообщение о поступившем вызове вызываемому абоненту;

V_0 — передаваемый объем сообщений;

c_0 — скорость передачи информации, соответствующая эталонному уровню верности;

$\lambda_н$ — интенсивность потока отказов оборудования;

$J_{ср}$ — фразовая артикуляция;

β — коэффициент вносимой избыточности при передаче документальной информации;

k — коэффициент ошибок при передаче документальной информации;

$t_А$ — время, в течение которого при данных условиях передачи уровень шума превышает величину, соответствующую фразовой разборчивости (с заданной степенью точности), равной 1;

γ — среднее число знаков в одной строке при передаче документальной информации.

Для расчета величин эффективности функционирования и оперативности сетей связи широко используются ЭВМ.

Глава 3

Организация связи на промышленных предприятиях

3.1. СОСТАВ СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СВЯЗИ

Физически производственная связь состоит из совокупности различных сетей, к числу которых относятся:

— производственная автоматическая телефонная связь;
— диспетчерская телефонная связь;
— директорская телефонная связь;
— технологическая телефонная связь;
— производственная громкоговорящая связь;
— транспортная связь;
— телеграфная связь;
— передача данных на ЭВМ;
— факсимильная (фототелеграфная) связь;
— звукозапись;
— связь с подвижными объектами;
— промышленное телевидение;
— электрочасофикация;
— связь совещаний.

Примерная схема организации связи на промышленном предприятии приведена на рис. 3.1.

Сеть производственной автоматической телефонной связи — это комплекс устройств телефонной связи, предназначенных для организации внутренней связи в масштабе всего предприятия с целью обеспечения производственных и технологических процессов, коммутации других сетей производственной связи и подключения определенной группы абонентов предприятия через городскую телефонную сеть (ГТС) и междугородную телефонную станцию (МТС) к общегосударственной системе связи.

Данная сеть является важнейшей в составе системы производственной связи, так как она используется для обеспечения передачи информации между абонентами, технологические связи которых жестко не закреплены, а число таких связей на любом предприятии огромно. Станционным устройством указанной сети является производственная автоматическая телефонная станция (ПАТС), линейными устройствами — комплексная телефонная сеть промышленного предприятия, абонентскими пунктами — телефонные аппараты АТС.

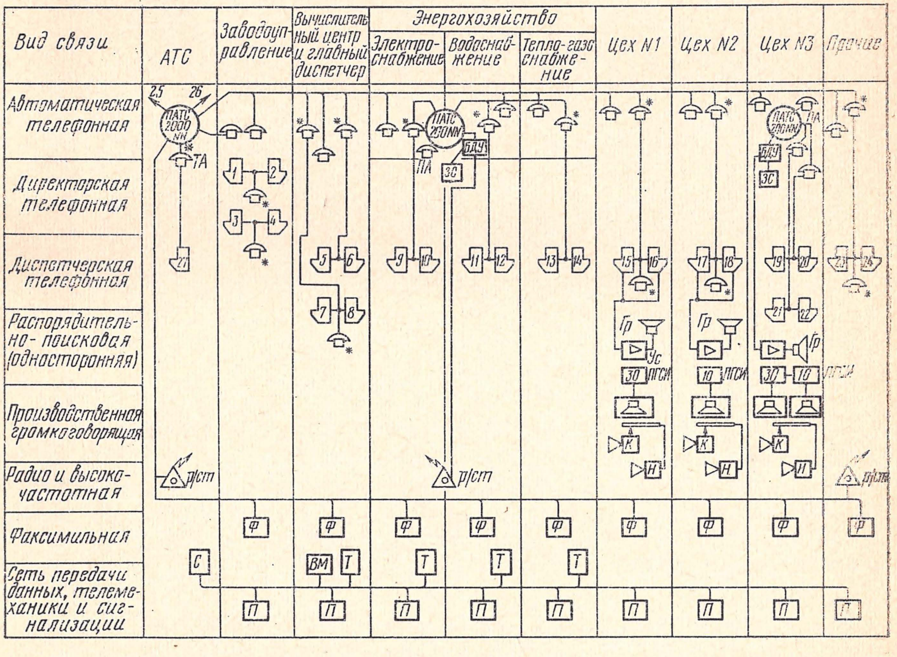

Вид связи
АТС
Заводоуправление
Вычислительный центр и главный диспетчер
Энергохозяйство
Электроснабжение
Водоснабжение
Тепло-газоснабжение
Цех N1
Цех N2
Цех N3
Прочие
Автоматическая телефонная
Директорская телефонная
Диспетчерская телефонная
Распорядительно-поисковая (односторонняя)
Производственная громкоговорящая
Радио и высокочастотная
Факсимильная
Сеть передачи данных, телемеханики и сигнализации
25
26
ПАТС 2000 NN
ТА
ПАТС 250NN
ПА
БДУ
ЗС
ПАТС 250NN
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
27
Гр
Ус
30
ЛГСИ
10
К
Н
Р/ст
Ф
С
ВМ
Т
П

Рис. 3.1. Примерная схема организации связи на промышленном предприятии: *ТА* — телефонный аппарат (без звездочки — включен в АТС, со звездочкой вверху — включен в АТС и станцию диспетчерской связи, со звездочкой внизу — включен в станцию диспетчерской связи); *БДУ* — блок дополнительных услуг; *ЗС* — устройство звукозаписи; *Ус* — усилитель РПС; *К* — крановая ВЧ станция; *Н* — наземная ВЧ станция; *Ф* — факсимильный аппарат; *С* — щит сигнализации устройств связи; *ВМ* — вычислительная машина; *Т* — устройство телемеханики; *П* — периферийные устройства передачи данных; *Гр* — громкоговоритель; Р/ст — радиостанция; *ПА* — привелигированный абонент;
1 — пульт директора установки «Кристалл»; *2* — пульт главного инженера установки «Кристалл»; *3*, *4* — пульты заместителей директора установки «Псков»; *5* — пульт диспетчера вычислительного центра установки «Кристалл»; *6* — пульт начальника вычислительного центра установки «Кристалл»; 7, *8*—пульты главного диспетчера и оператора установки «Кристалл»; *9—14* — пульты диспетчеров и операторов установки «Кристалл»; *15—24* — пульты диспетчеров и начальников цехов установки «Кристалл»; *25* — СЛ с ГТС; *26* — СЛ с ведомственными АТС; *27* — пульт диспетчера цеха связи установки «Кристалл»

Сети производственной автоматической телефонной связи, за исключением замкнутых (не имеющих выхода на общегосударственную сеть), входят в состав Единой автоматизированной системы связи страны (ЕАСС) и должны удовлетворять единым техническим нормам и требованиям, предъявляемым к средствам связи ЕАСС.

Производственные телефонные сети могут иметь любое число телефонных станций, находящихся на территории одного предприятия или распределенных в пределах города, района, области, республики, страны. Каждая из производственных телефонных сетей должна, как правило, обслуживать абонентов одной производственной организации.

В качестве соединительных линий ПАТС используются стандартные каналы тональной частоты (ТЧ), образованные как по низкочастотным кабельным линиям, так и с помощью высокочастотной аппаратуры уплотнения. Выход с этих каналов на общегосударственную сеть разрешается при условии выполнения норм и требований ЕАСС. В отдельных случаях междугородные соединительные линии могут включаться в ПАТС непосредственно от МТС общегосударственной сети.

На ПАТС при связи в пределах станции применяется сокращенная двух-, четырехзначная нумерация. Сокращенная нумерация абонентских установок, имеющих право внешней связи, должна совпадать с последними цифрами нумерации этих установок в общегосударственной телефонной сети. Выход на общегосударственную сеть осуществляется набором однозначного индекса. Если на производственной телефонной сети имеется несколько ПАТС, то в пределах данной сети применяется единая нумерация. Входящая связь на ПАТС — автоматическая.

Объединение производственных телефонных сетей с общегосударственной сетью допускается лишь в тех случаях, когда это позволяет характер производственного процесса.

На производственных автоматических телефонных станциях должна предусматриваться возможность использования совместно с диспетчерской сетью предприятия абонентских линий и телефонных аппаратов, оборудования электропитания, а также оборудования кросса.

Объединение различных сетей в систему осуществляется на базе производственной телефонной связи, так как она наиболее широко, по сравнению с другими сетями производственной связи, охватывает абонентов вне зависимости от их расположения на территории предприятия, а также позволяет использовать коммутационное оборудование телефонных станций других сетей. Немаловажным обстоятельством является и то, что на современных промышленных предприятиях на ПАТС сходятся линии большинства других сетей связи, осуществляются различные переключения, проверки и т. д. Вследствие этого производственная телефонная связь занимает центральное место в общем комплексе устройств связи на промышленных предприятиях. Вопросы организации этой сети рассматриваются в гл. 5.

Сети диспетчерской, директорской и технологической телефонной связи предназначены для осуществления оперативной (т. е. без значительных непроизводительных затрат времени) передачи информации между абонентами, имеющими жесткие производственные или технологические связи. Эти связи определяются либо административной и оперативной подчиненностью, либо схемой технологического процесса. Как правило, указанные сети содержат станционное устройство (коммутатор, пульт и т. д.), линии и абонентские телефонные аппараты, но могут быть реализованы и с помощью двух телефонных аппаратов, соединенных между собой прямой линией. Иными словами, указанные сети отличаются между собой, в основном, лишь назначением передаваемой информации, а не типами применяемого оборудования и организацией связи. При этом имеются некоторые не принципиальные отличия между диспетчерской и директорской связью.

Сети связи, содержащие любые станционные устройства, даже не предназначенные для осуществления связи включенных в них абонентских аппаратов между собой, строго говоря, должны быть отнесены к коммутируемым сетям, так как в них производится выбор требуемого абонента оператором станционного устройства и соединение устанавливается с помощью различных ключей, кнопок и других коммутационных приборов. Однако в данном случае коммутация выполняется самым элементарным способом (величина $t_т$ мала), в процессе ее не возникает непроизводительных затрат времени из-за ожидания освобождения занятых соединительных путей, абоненты установки не имеют выбора направлений связи и друг с другом, как правило, не соединяются. Поэтому наряду с сетями, организованными с помощью прямых телефонных аппаратов системы МБ, такие сети могут быть отнесены к некоммутируемым сетям связи.

Сеть производственной громкоговорящей связи предназначена для передачи информации оперативного характера с приемом ее на громкоговорители. Такие сети широко применяются в цехах с большим уровнем шумов, с рассредоточенным на больших площадях эксплуатационным персоналом, а также в случаях, когда телефонная связь невозможна или неэффективна. Имеются различные виды производственной громкоговорящей связи.

Сеть транспортной связи на промышленных предприятиях организуется по системе, подобной применяемой на транспорте Министерства путей сообщения СССР (МПС), а аппаратура выбирается из номенклатуры средств связи, предназначенной для железнодорожных станций и дорог МПС с учетом особенностей промышленного железнодорожного транспорта (ЖДТ).

Организация транспортной связи на промышленных предприятиях отличается от организации как других сетей производственной связи, так и транспортной связи МПС в такой же мере, как управление промышленным транспортом отличается от управления производством и транспортом МПС. Промышленный транспорт и его подъездные пути являются частью железнодорожной сети Советского Союза и на нем действуют правила технической эксплуатации МПС, в соответствии с которыми на предприятии в состав транспортной связи должны включаться следующие сети:

— телефонной связи поездного диспетчера с раздельными пунктами (станциями, разъездами), входящими в его участок (круг); на крупных предприятиях с четко выраженным разделением функций деятельности участков организуются два и более поездных диспетчерских круга (например, круг вывозки руды из карьера и круг перевозки готовой продукции);

— диспетчерской маневровой телефонной связи диспетчеров отдельных технологических маневровых участков с раздельными пунктами и другими службами, входящими в участок обслуживания диспетчера;

—диспетчерской вагонной (грузовой) телефонной связи диспетчера вагонной (грузовой) службы со станциями, пунктами погрузки, выгрузки, обслуживания и ремонта подвижного состава, а также с постоянной клиентурой;

— поездной межстанционной телефонной связи железнодорожных станций между собой; эта связь может быть организована как по самостоятельным проводам, так и по проводам железнодорожной полуавтоматической блокировки;

— связи совещаний, используемой для проведения по телефону оперативных совещаний работников железнодорожного транспорта предприятия;

— диспетчерской связи старшего диспетчера ЖДТ для оперативного руководства всеми службами железнодорожного цеха предприятия (иногда эта сеть объединяется с сетью связи совещаний);

— станционной распорядительной телефонной связи дежурных по станциям и станционных диспетчеров с работниками станций и цехов предприятий, обслуживаемых данной станцией;

— стрелочной телефонной связи дежурного по станции со стрелочниками и сигналистами;

— радиотелефонной связи диспетчеров и дежурных по станциям с машинистами локомотивов, а также дежурных по станциям со списчиками, осмотрщиками вагонов и другими передвижными бригадами;

— громкоговорящей связи для передачи распоряжений и информаций в пределах станций;

— телеграфной и факсимильной связи для передачи информации о качественном и количественном составе отгруженной продукции;

— промышленного телевидения для обзора состояния важнейших путевых участков и передачи изображения с хвоста состава на локомотив при движении вагонами вперед.

Отдельные виды специальной железнодорожной связи, используемые в системе МПС (постанционная связь, электротяговая диспетчерская, линейно-путевая, перегонная телефонная связь, поездная радиосвязь), на промышленном железнодорожном транспорте практического применения не находят.

На промышленном железнодорожном транспорте для диспетчерской связи применяется аппаратура телефонной связи избирательной и лучевой систем. Выбор системы организации диспетчерской телефонной связи железнодорожного транспорта производится исходя из того, что избирательная система требует меньших затрат на создание сети линейных сооружений и предпочтительнее для протяженных магистралей; при размещении объектов управления ЖДТ на ограниченной территории целесообразнее использовать лучевую систему.

Сеть телеграфной связи применяется на промышленных предприятиях для передачи:

— внутрипроизводственной информации;
— внешней информации;
— цифровой информации на ЭВМ.

Телеграфная связь для передачи внутрипроизводственной информации используется в тех случаях, когда имеется необходимость в представлении передаваемой информации в документированной форме и поступлении ее потребителю за короткие промежутки времени. На промышленных предприятиях телеграфная связь, например, применяется для передачи данных различных анализов из лаборатории на производственные участки, о движении железнодорожных составов на внутризаводских путях и в ряде других случаев.

Телеграфные аппараты, как правило, устанавливаются у диспетчеров, на машинно-счетных станциях, в лабораториях и не имеют коммутирующих станционных устройств, позволяющих осуществлять выбор абонента. Таким образом, здесь можно говорить о прямых телеграфных связях (рис. 3.2). Передаваемый объем информации при таком способе организации связи обычно небольшой, но это не принимается во внимание при решении вопроса о размещении телеграфных аппаратов, поскольку оператив-

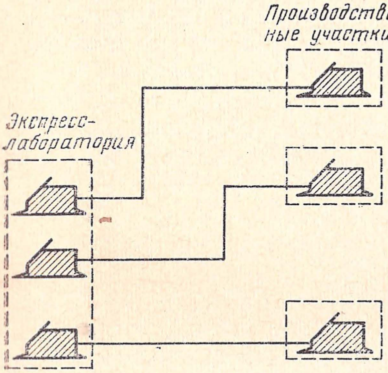

Производственные участки
Экспресс-лаборатория

Рис. 3.2. Организация прямой телеграфной связи на предприятии

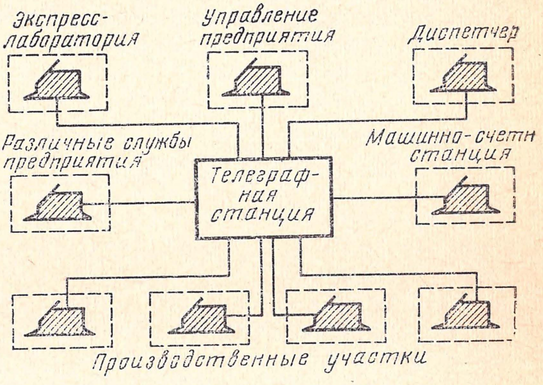

Экспресс-лаборатория
Управление предприятия
Диспетчер
Различные службы предприятия
Телеграфная станция
Машинно-счетн станция
Производственные участки

Рис. 3.3. Организация телеграфной связи на предприятии с размещением центральной станции

ность и ответственность данных связей компенсирует затраты на их сооружение и эксплуатацию.

В случае, когда появляется необходимость размещения в одном пункте нескольких телеграфных аппаратов, на предприятии устанавливается телеграфная станция автоматической системы соответствующей емкости (рис. 3.3). Абоненты между собой соединяются по требованию какого-либо из этих абонентов с помощью коммутационных устройств телеграфной станции или посредством организации транзита на станционном операторском пункте.

Вопрос о схеме организации телеграфной связи на предприятии решается на основании технико-экономического расчета. Экономически целесообразно устанавливать телеграфную станцию, если

$$c_{\text{т.а}}(N_1 - N_2) + c_{\text{л}}\left(\frac{1}{2}N_1 l_{\text{ср1}} - N_2 l_{\text{ср2}}\right) > c_{\text{с.т}}, \qquad (3.1)$$

где N_1, N_2 — количество телеграфных аппаратов соответственно при организации прямых связей и размещении телеграфной станции; $l_{\text{ср1}}$, $l_{\text{ср2}}$ — средняя длина прямых связей и среднее расстояние от телеграфной станции до включаемых в нее аппаратов; $c_{\text{т.а}}$, $c_{\text{л}}$, $c_{\text{с.т}}$ — стоимость соответственно телеграфного аппарата, одной километро-пары линии связи и сооружения телеграфной станции.

Внешняя информация, передаваемая промышленными предприятиями в различные органы, в отличие от внутрипроизводственной информации, имеет очень большой объем. Она классифицируется по функциям, выполняемым системой управления (учет, контроль, регулирование и т. д.), по периодичности ее представления и другим признакам. Для передачи этой информации используют, в основном, либо средства телеграфа общего пользования, либо абонентский телеграф, либо почту.

Аппараты сети абонентского телеграфа устанавливаются непосредственно на предприятиях и включаются в ближайшие станции автоматической или ручной системы обслуживания, размещаемые на телеграфах крупных центров страны и связанные между собой пучками каналов. При включении абонентов в станции автоматической системы (АТА) соединение их производится без участия операторов. Вызывающий абонент набирает на специальной приставке к телеграфному аппарату (вызывном приборе) номер АТА города, в котором размещается вызываемый абонент, а затем номер этого абонента. Соединение абонентов, включенных в станции ручного обслуживания (АТР), осуществляется операторами этих станций.

На сети абонентского телеграфа действует открытая система нумерации, т. е. полный абонентский номер складывается из номеров всех узлов, через которые будет проходить соединение, и номера вызываемого абонента. Таким образом, полный номер одного и того же абонента будет меняться в зависимости от того, из какого пункта его вызывают и по какому маршруту.

Так как передача информации по сети телеграфа общего пользования оплачивается в зависимости от количества слов в одной телеграмме и количества телеграмм (подепешная плата), то рентабельность установки точки абонентского телеграфа для внешней связи промышленного предприятия будет обеспечена, если

$$V_{\text{пер}} \geqslant \frac{A}{p'_{\text{ЦТ}} + p''_{\text{ЦТ}} \frac{1}{V_{\text{ср}}} - \frac{p_{\text{АТ}}}{nN_{\text{э}}}}. \tag{3.2}$$

Здесь $V_{\text{пер}}$ — объем информации, передаваемой предприятием в месяц и выраженный в словах; A — месячная арендная плата за эксплуатацию всех точек абонентского телеграфа, установленных на предприятии, руб; $p'_{\text{ЦТ}}$ — тарифная стоимость передачи одного слова по сети телеграфа общего пользования, руб; $p''_{\text{ЦТ}}$ — тарифная подепешная плата на сети телеграфа общего пользования, руб; $V_{\text{ср}}$ — среднее количество слов в одной телеграмме; $p_{\text{АТ}}$ — тарифная стоимость одной минуты переговоров по сети абонентского телеграфа, руб; n — количество точек абонентского телеграфа на предприятии; $N_{\text{э}}$ — эксплуатационная пропускная способность одного телеграфного аппарата, слов/мин, определяемая по формуле

$$N_{\text{э}} = \frac{mV_{\text{ср}}(60 - t_1)}{60(aV_{\text{ср}} + mt_2)}, \tag{3.3}$$

где t_1 — время нормированных перерывов и подготовительно-заключительных работ в течение часа работы, мин; t_2 — время выполнения вспомогательных работ по передаче телеграммы, мин; m — число оборотов распределителя в минуту; a — среднее количество знаков в одном слове.

При расчетах принимают для ленточных стартстопных аппаратов $a=8{,}5$, а для рулонных $a=9{,}0$. В величину a включается перевод регистров, перевод строки, возврат каретки. Среднее количество слов в телеграмме составляет 26—28. Время на выполнение вспомогательных операций зависит от ряда факторов. Как правило, $t_1=2$—3 мин; $t_2=0{,}15$—0,8 мин. Таким образом, при $m=400$

$$N_{\text{э}} = \frac{400 \times 28\,(60 - 2)}{60(8{,}5 \times 28 + 400 \times 0{,}5)} = 25 \text{ слов/мин.}$$

От эксплуатационной пропускной способности следует отличать техническую пропускную способность, слов/ч, рассчитываемую по формуле

$$N_{\text{т}} = \frac{600m}{a}. \tag{3.4}$$

При $m=400$

$$N_{\text{т}} = \frac{60 \times 400}{8{,}5} = 2823 \text{ слов/ч} = 47 \text{ слов/мин.}$$

Для увеличения пропускной способности телеграфных связей и увеличения ее надежности применяются средства автоматизации (трансмиттеры, перфораторы, реперфораторы), которые позволяют текст, подлежащий передаче, предварительно заготовить на специальном носителе (перфоленте), тщательно его сверить и после этого осуществить скоростную передачу практически без участия оператора.

Применение автоматизированной передачи оказывается особенно эффективным на сети абонентского телеграфа, так как при этом значительно уменьшается время занятия канала, а следовательно, величина эксплуатационных расходов.

Вопросы организации и эксплуатации телеграфных связей достаточно подробно освещены в [27, 33, 37, 49 и др.] и здесь не рассматриваются Передача данных на ЭВМ описывается в гл. 7.

Сеть факсимильной связи используется в системах управления предприятия и, в частности, в системах диспетчерского управления для передачи рисунков, схем, чертежей, подлинников приказов, распоряжений, данных химического анализа, фотографий и других документов.

Факсимильные связи устанавливаются либо по принципу прямых соединений, либо с использованием специального коммутационного оборудования, либо с использованием линий АТС. В последнем случае два абонента по телефону договариваются о ведении факсимильной передачи и затем переключают свою линию на факсимильные аппараты.

В основу факсимильной связи положен метод передачи временной последовательности сигналов, характеризующих яркость отдельных элементов передаваемого документа (оригинала) и обеспечивающих соответствующее их восприятие на приемном бланке (репродукции). Этот метод получил название метода развертки.

По типу развертывающего устройства фототелеграфные аппараты подразделяются на аппараты с барабанной разверткой и аппараты с плоскостной разверткой. Фототелеграфные аппараты с плоскостной разверткой имеют ряд преимуществ, которые, не являясь решающими, тем не менее способствуют обеспечению больших удобств при пользовании этими аппаратами. К указанным преимуществам относятся следующие:

— передача нескольких оригиналов может осуществляться непрерывно, бланк за бланком, так как не требуется перезарядка барабана;

— передаваемый оригинал не ограничивается по длине, вследствие чего не приходится разрезать на части длинные документы;

— при передаче оригинал не деформируется;

— упрощается схема синхронизации и фазирования.

Важнейшей характеристикой систем фототелеграфной связи является способ записи принятого изображения на приемном конце. В настоящее время применяются закрытый и открытый способы записи. Фототелеграфирование с применением открытых способов записи изображений на приемном конце позволяет:

— вести постоянное наблюдение за ходом приема изображения;

—принятое изображение сразу после его приема использовать по назначению, так как никакой дополнительной обработки его не требуется;

— не иметь постоянного технического персонала возле аппарата, так как нет необходимости проводить дополнительные работы по обработке принятого изображения.

Фототелеграфные аппараты с открытой электромеханической записью обеспечивают прием текстовых материалов на обычную писчую бумагу, имеют малые габариты и просты в обслуживании, что делает область их применения весьма широкой. Наибольшее распространение получил факсимильный аппарат типа «Штрих-Л», предназначенный для передачи и приема черно-белых изображений по коммутируемым линиям местной телефонной связи. В этом аппарате механизм развертки, осуществляющей поэлементный анализ и синтез изображений, состоит из узла фотоэлектронного преобразователя, узла записи и механического узла.

Основной технической характеристикой фототелеграфной связи является техническая пропускная способность $N_т$ аппарата, определяемая размером площади передаваемых сообщений за час работы. Она может быть найдена по формуле (дм²/ч)

$$N_т = 60\delta mL \cdot 10^{-4}, \qquad (3.5)$$

где δ — шаг развертки (расстояние между осями двух соседних строк), мм; m — скорость телеграфирования, строк/ч; L — ширина передаваемого бланка, мм.

Звукозапись на промышленных предприятиях применяется для:

— документирования отдаваемых по телефонной или радиосвязи ответственных распоряжений;

— записи совещаний, выступлений и другого материала;

— приема информации по телефону в случае отсутствия вызываемого абонента;

— записи звуковых колебаний, возникающих в машинах, агрегатах, на рабочих площадках и т. д.;

— автоматической передачи звуковой информации, возникающей в ходе производственных процессов;

— организации информационно-справочных служб, диктофонных бюро.

К ответственным относятся распоряжения, выполнение которых связано с обеспечением безопасности жизни трудящихся, предупреждением и ликвидацией аварий, изменением режима технологических процессов и т. д. Для их записи используются магнитофоны, которые подключаются к разговорному тракту (телефонному аппарату, коммутатору директорской или диспетчерской связи и т. п.) и в нужный момент времени включаются исполнителем распоряжений или лицом, отдающим эти распоряжения.

В случаях, когда указанные распоряжения в дальнейшем должны быть перепечатаны на пишущей машинке или переписаны секретарем, применяются диктофоны, представляющие собой магнитофоны со специальным устройством для облегчения снятия письменной копии с звукового документа. Диктофоны также используются для записи хода совещаний, отдельных выступлений и т. д., что позволяет заменить стенографисток. Использование диктофонов в работе управленческого персонала способствовало созданию в ряде учреждений специальных диктофонных бюро, работа которых согласована с работой машинописных бюро.

При использовании индивидуальных и коллективных диктофонных систем затраты времени на подготовку документов административно-управленческим аппаратом могут быть уменьшены. Выбор системы диктофонной записи (индивидуальной или коллективной) определяется временем диктовки. Установлено, что при ежедневной диктовке более 45 мин становится целесообразным для руководящих работников иметь индивидуальный диктофон. У работников сферы управления и руководителей организаций и предприятий, диктующих менее 45 мин в сутки, целесообразно устанавливать центральную станцию стенографирования.

Условно для выбора типа диктостанции абоненты разбиваются на три категории — многодиктующие (45 и более минут), среднедиктующие (от 15 до 45 мин) и малодиктующие (менее 15 мин). Следует иметь в виду, что общее время занятия диктофона примерно в два раза больше чистого времени диктовки.

Число записывающих приборов центральной диктофонной системы может быть определено по формуле

$$n = 2t_{\text{ч}}\kappa/T. \tag{3.6}$$

Здесь n — число записывающих приборов на станции; κ — коэффициент нагрузки, колеблется от 1,5 до 3 в зависимости от количества абонентов (чем больше число абонентов, тем меньше величина коэффициента); T — время работы диктофонной станции в сутки; $t_{\text{ч}}$ — чистое время диктовки, определяемое как средневзвешенная величина: $t_{\text{ч}}=N_{\text{д}}t_{\text{д}}+N_{\text{с}}t_{\text{с}}+N_{\text{м}}t_{\text{м}}$, где N_i — число диктующих для каждой группы (индексы *д* — многодиктующий, *с* —среднедиктующий, *м* — малодиктующий); t_i — среднее время диктовки в сутки для i-й группы диктующих.

Для определения считывающих рабочих мест фономашинисток необходимо проанализировать машинописную работу предприятия, учреждения. Указанная работа проводится за определенный отрезок времени (месяца, два месяца). Одна машинописная строка составляет в среднем 10 слов (60 ударов), а одна страница состоит из 30 строк (при печатании через один интервал). Зная чистое время диктовки и среднюю производительность машинистки в смену, легко определить необходимое количество фономашинисток для данной диктофонной станции:

$$M_{\text{ф}}=\frac{t_{\text{ч}}}{P_{\text{ф}}}\kappa_0, \tag{3.7}$$

где $M_{\text{ф}}$ — число фономашинисток; $P_{\text{ф}}$— средняя производительность фономашинистки; κ_0 — поправочный коэффициент на отпуска, болезни, подмену и т. д.

Вместо расчетов по ф-ле можно пользоваться средним соотношением между количеством диктуемых слов и количеством фономашинисток, приведенным в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Число диктуемых слов	5000	14000	24000	36000	46000	56000	66000	76000	86000	96000	200000
Число фономашинисток	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20

При рабочем дне продолжительностью 8 ч количество фономашинисток может быть определено по приближенной формуле

$$M_ф \approx 0{,}75 t_ч.$$

Для записи информации в отсутствие вызываемого абонента применяется автоответчик, представляющий собой приставку к телефонному аппарату АТС и предназначенный для сообщения вызывающему абоненту заранее записанного текста.

В ряде случаев для проведения различных конструктивных или исследовательских разработок необходимо знать характеристики звуковых колебаний (шумов) отдельных видов технического оборудования в зависимости от режима его работы, изменения внешних условий и т. д. Запись их производится с помощью магнитофонов, как правило, переносных. Одновременно с записью специальными приборами измеряются уровни этих шумов.

Для автоматической передачи информации в ходе некоторых производственных процессов используются магнитофоны, сблокированные с различными устройствами автоматики. В качестве примера можно привести автоматическую передачу информации, предупреждающей обслуживающий персонал и посторонние лица о движении состава на внутризаводских железнодорожных путях. При приближении состава рельсовый датчик приводит в действие устройство автоматики, которое управляет работой магнитофона. Последний через вход усилителя осуществляет по фидеру громкоговорящего оповещения передачу предупредительного текста о движении состава.

Сети связи с подвижными объектами включают в себя системы радиосвязи, радиовызывной связи, высокочастотной связи по контактной сети электрифицированного транспорта и лазерной связи. На любом промышленном предприятии имеется большое количество подвижных объектов — локомотивов, экскаваторов, кранов, автомашин и т. д. На карьерах, например, экскаваторы выполняют основную работу по добыче полезных ископаемых. Работают они в сочетании с автомобильным и железнодорожным транспортом, отвозящим добытую горную массу на фабрики обогащения, склады готовой продукции, отвалы или непосредственно потребителю. На строительстве основное значение имеет автомобильный транспорт, широко используемый для перевозки материалов, конструкций и т. д. В некоторых строительных организациях парк автомашин составляет несколько тысяч единиц. На строительной площадке работают, кроме того, башенные краны, бульдозеры, подъемники и другие подвижные механизмы. В железорудных шахтах откатка руды от мест добычи к стволам для подъема скипами на поверхность производится электровозами, причем протяженность их маршрута может составлять несколько километров. Это относится также к шахтам по добыче солей, минералов, угля и т. д. Спуск людей в шахту и подъем их на поверхность осуществляется с помощью движущейся клети.

Перечисленные примеры использования движущихся механизмов на промышленных предприятиях и в строительстве не исчерпывают всего их многообразия. Большая степень механизации и автоматизации производственных процессов приводит к тому, что на предприятиях появляется значительное количество передвижных бригад, занимающихся ремонтом и профилактикой оборудования.

Во всех случаях необходима организация связи диспетчерского и другого управленческого персонала с машинистами локомотивов и экскаваторов, шоферами, подвижными ремонтными бригадами и т. п., а также последних между собой. Наличие связи с подвижными объектами позволяет резко уменьшить непроизводительные простои оборудования и механизмов, холостые пробеги автотранспорта, лучше использовать имеющийся парк машин и механизмов, увеличить оперативность в ликвидации повреждений и аварий, повысить качество работы, способствует заметному увеличению производительности труда.

Некоторые крупные механизмы (например, роторные комплексы) выпускаются машиностроительными заводами уже оснащенными средствами проводной телефонной и громкоговорящей связи. Электровозы и тепловозы, как правило, оснащаются средствами радиосвязи на заводах. Однако в большинстве случаев приходится принимать дополнительные решения, позволяющие обеспечить связь с подвижными объектами.

Сеть прикладного (промышленного) телевидения используется для дистанционного наблюдения за отдельными участками производства, труднодоступными для непосредственного визуального обзора или с внешней средой, являющейся вредной для обслуживающего персонала. Промышленное телевидение применяется также для передачи информации, которая не может быть получена с помощью контрольно-измерительных приборов, средств телемеханики и т. п.

Основными особенностями промышленного телевидения являются:

— удаление объекта наблюдения от наблюдателя;

— обеспечение возможности наблюдения за ходом производства на различных участках одному или одновременно нескольким наблюдателям;

—защищенность передающих устройств промышленных телевизионных установок (ПТУ) от разнообразных внешних воздействий (пыль, влага, повышенная или пониженная температура и т. п.);

— возможность изменения расположения передающих камер и видеоконтрольных устройств без демонтажа основного оборудования телевизионных установок.

Ограниченное расстояние от наблюдателя до объекта наблюдения позволяет значительно упростить оборудование ПТУ по сравнению с оборудованием установок телевизионного вещания и отказаться от применения дорогостоящих антенно-мачтовых сооружений.

В связи с тем что один или несколько наблюдателей должны вести наблюдения за одной или несколькими производственными ситуациями, установки промышленного телевидения выпускаются одно- и многокамерными и позволяют подключать целую группу видеоконтрольных устройств.

По назначению промышленное телевидение можно разделить на диспетчерское, технологическое и информационное.

Диспетчерское (обзорное) телевидение используется для контроля (обзора) производственных ситуаций, необходимых диспетчеру для получения информации на своем рабочем месте.

Технологическое телевидение применяется для наблюдения за ходом технологических процессов.

Информационное телевидение используется для передачи по данной сети различных сведений, анализов, результатов измерений, а также проведения инструктажей, лекций, семинаров и т. д.

Как правило, любой абонент, включенный в телевизионную установку, может управлять на расстоянии поворотом камеры, располагая ее под требуемым углом обзора, производить фокусировку и устанавливать соответствующую диафрагму.

Системы промышленного телевидения могут быть замкнутыми (видеосигнал от передающей камеры до видеоприемного устройства передается по кабелю) и разомкнутыми (видеосигнал от камеры до видеоприемного устройства передается по радиоканалу). В настоящее время на промышленных предприятиях используются замкнутые системы.

Сеть электрочасофикации предназначена для централизованного управления работой электрических часов, установленных в доступных для обзора местах. В состав сети входят станционные устройства, основным элементом которых являются так называемые электропервичные часы, линейные сооружения (как правило, линии комплексной телефонной сети) и электровторичные часы, устанавливаемые по территории предприятия.

Рост и усложнение производства, а также широкое внедрение диспетчерского управления на промышленных предприятиях требуют обеспечения единого отсчета времени на комбинатах, заводах, фабриках, в цехах и т. п. Условия производства отдельных предприятий (например железорудных шахт) не позволяют трудящимся пользоваться личными часами. Наблюдение за трафиком на шахтных телефонных станциях Криворожского железорудного бассейна показало, что 25 и более процентов нагрузки в ЧНН приходится на справки о времени. Указанные обстоятельства привели к тому, что в настоящее время на промышленных объектах широко используются сети электрочасофикации, а на крупных производствах внедряется также аппаратура «Говорящие часы».

Упрощенная схема сети электрочасофикации приведена на рис. 3.4. Электропервичные часы *1* имеют контактные устройства *а*, при периодическом (один раз в минуту) замыкании которых в электрочасовую часть поступают последовательно друг за другом плюсовые и минусовые импульсы от источника тока *2*. Импульсы тока через линию проходят по обмоткам электромагнитов вторичных электрочасов *3*. При срабатывании электромагнитов происходят соответствующие перемещения стрелок на циферблатах.

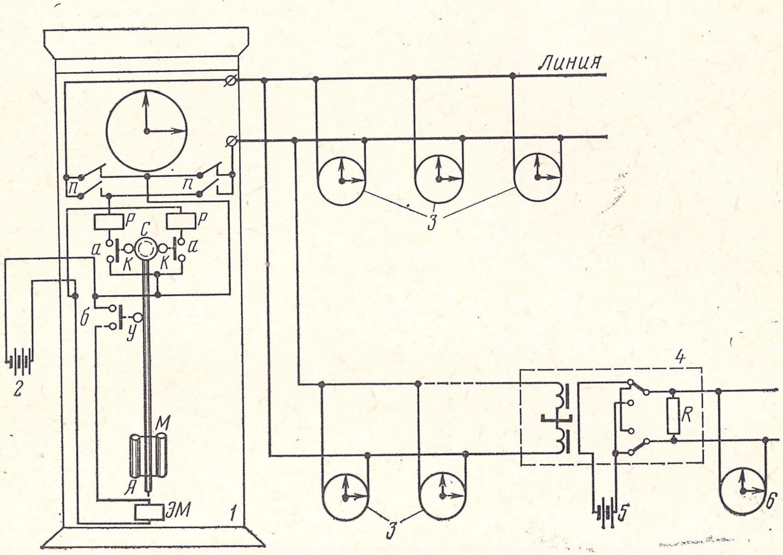


Рис. 3.4. Схема сети электрочасофикации

1 — электропервичные часы; *2* — источник тока электропервичных часов; *3* — электровторичные часы; *4* — электрочасовая подстанция; *5* — источник тока электрочасовой подстанции; *6* — электровторичные часы, включенные в подстанции; *а* — контакты, замыкаемые кулачком; *С* — секундный диск; *М* — маятник; *К* — кулачок; *Р* — реле; *п* — контакты, замыкаемые реле; *б* — контакты, замыкаемые собачкой; *у* — пружина на маятнике; *ЭМ* — электромагнит; *Я* — якорь, закрепленный в нижней части маятника

Сеть электрочасофикации может быть нерайонированной и районированной. В первом случае все электровторичные часы питаются от одной электрочасовой станции (ЭЧС). Во втором случае отдельные группы электровторичных часов питаются от электрочасовых подстанций (ЭЧП). Выбор способа построения сети электрочасофикации производится в каждом конкретном случае в зависимости от ее емкости и конфигурации.

Связь совещаний предназначена для проведения регулярных оперативных совещаний по телефону в пределах цеха, группы, цехов, предприятия, комбината, треста, объединения, министерства и т. д. с использованием соответствующих станционных технических средств и каналов.

Сеть линейных сооружений на промышленных предприятиях организуется в основном по физическим парам воздушных и кабельных линий, а в отдельных случаях — по высокочастотным каналам, образованным по этим парам. Стоимость станционных устройств (АТС, диспетчерские и прочие установки) много меньше затрат на строительство воздушных и кабельных линий. Поэтому вопросы правильной организации линейного хозяйства не только имеют большое значение для улучшения качества связи, но и существенно влияют на технико-экономические показатели всей технической системы передачи информации предприятия в целом.

Требования к линиям связи складываются из допустимых величин затухания, вносимых ими в тракт передачи и характеризующих уровень полезного сигнала на приемном конце; омического сопротивления пар проводов, определяющего надежность работы различных приборов и устройств; емкости между жилами физических пар, а также по отношению к земле; сопротивления утечки; переходного затухания между парами и т. д. Указанные величины определяются, исходя из необходимости обеспечения требуемого качества и номинальных режимов работы реле, различных комплектов и приборов.

Линии многих сетей производственной связи, а также систем телемеханики, несмотря на разнообразие их назначения, объединены в общих кабелях, совокупность которых получила название *комплексной телефонной сети.* Для установок производственной громкоговорящей связи с центральными усилителями и промышленного телевидения организуют самостоятельные сети, так как в этих случаях используются кабели, обладающие более высокими электрическими характеристиками.

Создание сети линейных сооружений на промышленных предприятиях сопряжено с решением многих сложных и специфических вопросов.

3.2. СПОСОБЫ ОРГАНИЗАЦИИ СЕТЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СВЯЗИ

Организация каждой сети производственной связи требует ответа на следующие основные вопросы:

1. Каким образом построена данная сеть связи?
2. Какие типы станционных и абонентских устройств применяются?
3. Как осуществляется внешняя связь?
4. Как размещается оборудование?
5. Какие линейные сооружения используются?

Каждый из этих вопросов для всех сетей производственной связи имеет неоднозначное решение. В табл. 3.2 указаны возможные варианты организации некоторых сетей связи на промышленных предприятиях, которые наиболее часто приходится рассматривать.

Таблица 3.2

Сети связи	Возможные варианты					
	построения связи	оборудования		организации внешней связи	размещения оборудования	построения линейных сооружений
		станционного	абонентского			
Производственная автоматическая телефонная	**По обслуживанию:** 1) от самостоятельной АТС предприятия 2) от АТС смежного предприятия 3) от ГТС	1) АТС декадно-шаговой системы 2) АТС координатной системы 3) АТС квазиэлектронной системы	**По схемным возможностям:** 1) телефонные аппараты АТС с обычной схемой 2) телефонные аппараты с кнопкой для совмещения с ДТС 3) телефонные аппараты с оконечными усилителями	**По ограничению внешней связи:** 1) без ограничений 2) с ограничением для части абонентов 3) с ограничением для всех абонентов	1) одна станция 2) несколько станций (при проведении районирования)	1) по НЧ парам кабеля и воздушным линиям без уплотнения 2) с ВЧ уплотнением 3) с применением мостовых усилителей
	По возможности совмещения с ДТС: 1) с совмещением 2) без совмещения		**По конструктивным особенностям:** 1) телефонные аппараты в обычном исполнении 2) телефонные аппараты в исполнении с повышенной надежностью	**По способу внешней связи:** 1) полноавтоматическая связь 2) связь через передаточный стол		
Диспетчерская телефонная (ДТС)	**По возможности совмещения с производственной автоматической связью:**	1) без усилителей 2) с усилителями и возможностью проведения циркулярных переговоров	**По схемным возможностям:** 1) телефонные аппараты ЦБ 2) телефонные аппараты АТС с кнопкой	1) с использованием комплектов СЛ диспетчерского коммутатора	1) все оборудование размещено в одном помещении (диспетчерской)	1) с использованием комплексной телефонной сети 2) по самостоятельным линиям

	1) с совмещением 2) без совмещения **По системе:** 1) лучевая 2) избирательная		3) телефонные аппараты с оконечными усилителями **По конструктивным особенностям:** 1) телефонные аппараты в обычном исполнении 2) телефонные аппараты с повышенной надежностью	2) с использованием абонентских комплектов диспетчерских коммутаторов 3) без внешней связи	2) вспомогательное оборудование (стативы и др.) размещено в аппаратной[1]	3) по линиям, арендованным у ГТС
ПГС с центральными усилителями	**По избирательности:** 1) без выбора фидеров 2) с выбором фидеров **По системе:** 1) односторонняя распорядительная поисковая связь (РПС) 2) двусторонняя связь	1) радиотрансляционные узлы и усилители без дополнительного оборудования 2) радиотрансляционные узлы и усилители с дополнительным коммутационным оборудованием для обеспечения дистанционного управления	**Громкоговорители:** 1) обычные 2) специальные для тяжелых производственных условий **Переговорные устройства:** 1) телефонные аппараты 2) специальные	1) без внешней связи 2) с обеспечением входящей связи от АТС и диспетчерских коммутаторов	**Усилителей**[2]: 1) в цеховых диспетчерских пунктах и операторских 2) на одной центральной станции	**Переговорных устройств:** 1) с использованием комплексной телефонной сети 2) по самостоятельным линиям
ПГС с абонентскими усилителями	1) циркулярная связь	1) нормальное исполнение		1) без выхода на внешние связи	1) все элементы схемы собраны в одном конструктивном блоке	1) с использованием комплексной телефонной сети
	2) избирательная связь	2) исполнение, защищенное от внешних воздействий		2) с обеспечением входящей связи от АТС и диспетчера коммутаторов	2) аппаратура блочная (пульт, усилитель, громкоговоритель)	2) по самостоятельным линиям

Окончание табл. 3.2

Сети связи	Возможные варианты					
	построения связи	оборудования		организации внешней связи	размещения оборудования	построения линейных сооружений
		станционного	абонентского			
Радиосвязь	**По избирательности вызова:** 1) неизбирательный 2) групповой 3) индивидуальный 4) групповой тональный и индивидуальный голосом **По системе:** 1) все радиостанции работают на одной частоте 2) организуются несколько кругов радиосвязи	**По диапазону частот:** 1) УКВ 2) других диапазонов **По конструктивному исполнению:** 1) стационарные 2) мобильные 3) носимые **По способам электропитания:** 1) от переменного тока 2) от аккумуляторов		1) отсутствует 2) с обеспечением выхода на телефонную сеть, а также на сеть производственной громкоговорящей связи	1) все элементы схемы собраны в одном конструктивном блоке 2) аппаратура блочная: а) пульт управления может устанавливаться в месте, удобном для пользования б) радиостанция устанавливается в месте, удобном для обеспечения лучших условий распространения радиоволн	1) пульт и радиостанция соединены самостоятельной линией 2) пульт и радиостанция соединены с использованием комплексной телефонной сети
Телеграфная	1) прямые телеграфные связи 2) использование телеграфных станций	1) автоматической системы 2) ручной системы	1) рулонные 2) ленточные	1) отсутствует 2) с обеспечением выхода на сеть абонентского телеграфа	1) станции размещаются в отдельных помещениях 2) совместно с АТС	1) с использованием комплексной телефонной сети 2) по самостоятельным линиям
Факсимильная (фототелеграфная)	1) прямые фототелеграфные связи 2) использование коммутаторов фототелеграфной связи 3) использование линий и коммутационного оборудования АТС	коммутаторы в зависимости от типов факсимильных аппаратов	**По записи:** 1) открытая 2) закрытая **По приему:** 1) на рулонные ленты 2) на бланки	Отсутствует	Исходя из производственной необходимости	1) по самостоятельным линиям 2) по линиям, задействованным для телефонных аппаратов АТС

[1] Возможна организация общих аппаратных для нескольких диспетчерских пунктов.

[2] Громкоговорители размещаются по акустическому расчету.

на практике. Выбор того или иного варианта производится, исходя из осуществления бесперебойной передачи информации, выполнения требований к основным характеристикам производственной связи (см. гл. 2), а также на основании технико-экономических расчетов с учетом получения наибольшего годового положительного эффекта. Для выбора варианта обычно используются следующие данные:

— технологическая схема производства с указанием типов применяемого оборудования и производственных мощностей;

— производственная структура предприятия с указанием составляющих его цехов, участков, хозяйств;

— генеральный план предприятия с указанием расположения всех его подразделений, транспортных путей, различных подземных коммуникаций и т. д.;

— структурная схема управления предприятием, включая схему диспетчерского управления;

— схема потоков информации, циркулирующей в системе управления, с указанием их объемов и форм представления, а также допустимых сроков передачи;

—требования к надежности передачи различных видов информации, определяемые спецификой управления предприятия;

— характеристика физико-климатических условий, определяющих условия работы средств связи в цехах, на участках, агрегатах, машинах и т. д.;

— номенклатура (тип и технические данные, включая надежность) оборудования связи, предназначенного для работы на промышленных предприятиях и выпускаемого серийно;

— характеристика существующих сооружений связи на предприятии, а также технические условия местных органов министерства связи по организации выхода отдельных сетей производственной связи на сеть общего пользования;

— сведения об обеспечении электроэнергией, наличии контактных сетей электрифицированных железных дорог переменного тока, проводимости и химическом составе почвы, условиях распространения радиоволн и т. д.

Сбор исходных данных, их анализ и систематизация, а также выбор наиболее рациональных вариантов организации различных сетей связи осуществляются проектной организацией на основе нормативных документов, методов математического синтеза этих сетей, а также опыта проектирования.

3.3. СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ СВЯЗИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ И АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СВЯЗИ

Как было показано выше, в состав систем производственной связи входит значительное количество отдельных сетей, организация которых может осуществляться самыми различными способами. Состав системы и особенности организации связи на каждом промышленном предприятии, цехе, участке представляется в виде соответствующих структурных схем. В настоящее время наибольшее распространение получила табличная форма изображения структурных схем организации связи на промышленных предприятиях (см. рис. 3.1). Такое построение структурной схемы позволяет графически изобразить двойственное толкование системы производственной связи как физического объекта: с одной стороны — это комплекс средств, используемых на предприятии (совокупность столбцов), с другой стороны — это комплекс различных сетей связи (совокупность строк).

Особенности организации каждой сети производственной связи указываются в отдельной для этой сети строке таблицы, где на пересечении с соответствующими столбцами проставляются с помощью условных обозначений станционные и абонентские устройства этой сети, а также их тип, количество и способ соединения.

Табличный способ изображения структурных схем обладает тем преимуществом, что позволяет дополнительно отобразить соединения между отдельными сетями связи. Это имеет особое значение при автоматизации систем производственной связи. Как известно, под автоматизацией понимается освобождение человека от выполнения каких-либо функций и передача этих функций автоматическим устройствам. Классическим примером автоматизации в области связи является замена ручных телефонных станций автоматическими, в которых функции телефонистки выполняются техническими средствами (табл. 3.3).

Таблица 3.3

Функции, выполняемые телефонисткой	Работа автоматических устройств
Прием сигнала вызова (визуальный)	Зуммер *Ответ станции*
Подключение к абоненту (вставление опросного шнура)	Работа *ПИ* в декадно-шаговых АТС, *АК* и *ШК* в координатах АТС
Опрос абонента (голосом)	Фиксация цифр набираемого номера релейными комплектами шаговых искателей или регистром координатных АТС
Вызов требуемого абонента (вставление вызывного шнура, посылка индукторного вызова)	Посылка вызова из комплекта *ЛИ* (декадно-шаговые АТС) после установления соединения
Соединение абонентов (перевод ключей)	Образование разговорного шнура искателями АТС, занявшими требуемые положения

Однако автоматизация связи не может быть сведена только к замене ручных телефонных станций автоматическими. В системах производственной связи нередко встречаются случаи, когда даже при наличии большого количества разнообразных средств связи информация между двумя лицами передается через третьего человека, который является промежуточным звеном в процессе этой передачи и выполняет функции либо ретранслятора, либо телефонистки. Примерами подобной ситуации являются следующие:

1) два абонента, включенные в один диспетчерский коммутатор, могут быть соединены между собой диспетчером (диспетчер — телефонистка);

2) абонент, пользующийся радиостанцией прямой (некоммутируемой) радиотелефонной связи и желающий передать информацию абоненту другой радиосети или абоненту сети ПАТС, передает ее диспетчеру (оператору), который находится на дежурстве у центральной радиостанции данной сети. С помощью соответствующей радиостанции или телефонного аппарата АТС он устанавливает соединение с вызываемым абонентом, выполняя функции ретранслятора;

3) абонент ПАТС, желая передать информацию по сети производственной громкоговорящей связи, соединяется по телефону с диспетчером (оператором), у которого размещен пульт управления системой производственной громкоговорящей связи (ПГС), сообщает ему подлежащий передаче текст. Выступая от лица вызывающего абонента, диспетчер доводит текст до адресата по сети ПГС (диспетчер-ретранслятор).

При автоматизации систем производственной связи перечисленные функции осуществляются техническим устройством, освобождая диспетчера от их выполнения.

Во всех указанных случаях ручной труд неизбежно связан с применением коммутаторов прямой связи (диспетчерского телефонного коммутатора, радиостанции, усилителя ПГС), поэтому автоматизация здесь не может быть полной, так как это было бы равносильно закрытию всех сетей прямой связи и переходу к использованию только сетей коммутируемой связи. Следовательно, сохраняя диспетчера для выполнения основных функций (оперативного руководства производством с использованием всех имеющихся в его распоряжении технических средств, в том числе средств прямой связи), частичная автоматизация освобождает его от исполнения обязанностей телефонистки или от необходимости участия в качестве промежуточного звена при переговорах других абонентов между собой.

Следует отметить, что автоматизация систем производственной связи позволяет не только повысить эффективность процессов передачи информации, но и влечет за собой ряд других (дополнительных) последствий, важнейшими из которых являются:

— централизация средств производственной связи (образование радиоцентров, информационных звукозаписывающих станций и т. д.);

— улучшение условий эксплуатации этих средств;

— повышение квалификации персонала, обслуживающего данные средства;

— создание мощных лабораторно-производственных баз цехов связи на промышленных предприятиях.

В настоящее время на промышленных предприятиях накоплен некоторый опыт автоматизации средств производственной связи как с использованием серийно выпускаемого оборудования, так и с применением различных приставок к этому оборудованию, как правило, изготовляемых цехами связи в лабораторных условиях.

3.4. ОБЪЕМ СРЕДСТВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СВЯЗИ

По объемам эксплуатируемых средств связи [1] предприятия некоторых отраслей промышленности могут быть разбиты на пять категорий (табл. 3.4), отнесение к которым производится либо по емкости телефонных станций, либо по удельному весу средств диспетчерской и прочих связей.

Таблица 3.4

Категория	Характеристика объема средств связи	
	емкость телефонных станций, номера	удельный вес средств диспетчерской и технологической связи в общем комплексе средств связи на промышленном предприятии, %
I	Свыше 5000	Свыше 70
II	2000—5000	50—70
III	1000—2000	30—50
IV	200—1000	10—30
V	10—200	До 10

Объем средств связи, а также места их размещения устанавливаются на основании производственной необходимости с учетом объема и вида передаваемой и принимаемой информации, а также обеспечения удобства пользования оборудованием. При этом следует предусматривать эксплуатационный резерв в экономически оправданных пределах.

Существуют определенные количественные соотношения, которые в ряде случаев позволяют укрупненно определить объем средств некоторых сетей связи. Так, например, емкость административно-хозяйственной телефонной связи (АТС и РТС) зависит от численности трудящихся на предприятии и составляет:

до 500 чел.	100 номеров
500—1000 »	200 »
1000—2000 »	300 »
2000—3000 »	400 »

Если на предприятии более 3000 человек, то телефон ставится на каждые 6—8 человек.

---

[1] Способы количественной оценки объема средств производственной связи рассматриваются в гл. 12.

3.5. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СВЯЗИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

На предприятиях *металлургической промышленности* средства диспетчерской и технологической связи занимают в общем комплексе всех сооружений промышленной связи значительное место (50—80%). Однако это не означает, что емкости АТС данных предприятий малы. Наоборот, металлургические комбинаты и заводы имеют крупные ПАТС (емкостью свыше 4000 номеров), возникшие вследствие необходимости обеспечения общепроизводственной связью отдельных взаимосвязанных подразделений (доменный, мартеновский, коксохимический, прокатный, железнодорожный и другие цехи и производства), размещенных на огромных территориях и испытывающих большую потребность в телефонной связи.

Большой удельный вес диспетчерской и технологической связи в общем комплексе сооружений связи на предприятиях металлургической промышленности свидетельствует о том, что автоматическая телефонная связь не может заменить все другие сети производственной связи. Управление технологическими процессами требует четкого взаимодействия принимающего в них участие персонала, большой оперативности в передаче информации о ходе производства и выполнении команд и распоряжений. Здесь особое значение отводится диспетчерской телефонной связи, удельный вес которой в общем комплексе связи на предприятиях металлургической промышленности составляет 20—30%.

На прокатных станах и в других случаях, когда технологический процесс поточный и имеется ряд пунктов управления, наиболее удобным видом связи является производственная громкоговорящая связь с абонентскими усилителями. С ее помощью можно мгновенно передать команды кругу лиц, осуществляющих операции. Важно, что при приеме и передаче команд не нужно снимать и держать микротелефонную трубку, руки остаются свободными, что имеет большое значение для операторов, которые в этом случае одновременно могут пользоваться связью и манипулировать с приборами управления. Удельный вес производственной громкоговорящей связи в общем комплексе промышленной связи составляет 10—15%.

На предприятиях металлургической промышленности для передачи распоряжений, относящихся одновременно к широкому кругу лиц, а также для осуществления поиска нужного работника используется производственная громкоговорящая связь с центральными усилителями, удельный вес которых равен 15—20%. Этот вид связи применяется для озвучения железнодорожных станций и постов внутрипроизводственного транспорта, электростанций, некоторых цехов, части территории заводов.

Основное количество радиостанций на металлургических заводах установлено на подвижном составе внутрипроизводственного железнодорожного транспорта. Кроме того, они устанавливаются на кранах и экскаваторах, работающих в цехах, на складах готовой продукции и т. д. Удельный вес радиосвязи на предприятиях металлургической промышленности в общем комплексе производственной связи составляет 8—10%. Средства промышленного телевидения, электрочасофикации и документальной связи занимают 20—24% этого комплекса.

Большим своеобразием в оснащении средствами связи отличаются *горнообогатительные комбинаты*. Структура всех горнообогатительных комбинатов, с точки зрения организации связи на них, в основном идентична. Рассмотрим организацию связи на железорудном горнообогатительном комбинате, в состав которого входят карьеры с открытой добычей руды, а также обогатительные и агломерационные фабрики.

Карьеры обычно находятся на расстоянии 3—10 км от промышленных площадок, где располагаются фабрики и аппарат управления комбината. Это предопределяет наличие двух производственных АТС, соединенных между собой межстанционными кабелями. Емкость ПАТС промплощадки обычно составляет 1000—1500 номеров, а емкость ПАТС, расположенной на карьере, — 200—400 номеров. Производственная телефонная связь на горнообогатительных комбинатах составляет почти половину комплекса устройств производственной связи.

Главный диспетчер, диспетчеры фабрик, карьера и различных хозяйств (внутрипроизводственного транспорта, энергохозяйства и т. д.) оснащаются средствами диспетчерской телефонной связи. На агломерационных фабриках, имеющих поточную технологию, а также в ряде других случаев используется производственная громкоговорящая связь с абонентскими усилителями, как правило, избирательной системы. На обогатительных фабриках, карьерах и внутрипроизводственном транспорте применяется производственная громкоговорящая связь с центральными усилителями. Удельный вес диспетчерской телефонной и производственной громкоговорящей связи в комплексе устройств связи комбинатов равен 25—30%.

Поскольку на карьерах работает значительное количество экскаваторов, а также из-за наличия на этих комбинатах внутрипроизводственного железнодорожного и автомобильного транспорта, 15—20% общего комплекса производственной связи комбината занимают средства радиосвязи. Последние применяются также и для связи с передвижными бригадами бурильщиков, взрывников, ремонтников и т. д. На карьерах и фабриках используются также системы промышленного телевидения.

В связи с тем что фронт работ на карьерах непрерывно перемещается, здесь широко используются временные сооружения связи. Карьеры занимают очень большие площади, и сооружения линейных сетей требуют значительного расхода кабелей и проводов, а так как количество работников невелико, то использование этих сетей оказывается незначительным. Поэтому на карьерах целесообразно применять малопроводные избирательные системы телефонной связи, когда целая группа абонентов для связи между собой использует всего одну или несколько пар кабельной или воздушной линии.

В железорудных шахтах средства связи позволяют организовать передачу информации, необходимой для ведения работ в подземных выработках, а также информации, связанной с обеспечением безопасности работ. Автоматическая телефонная связь в шахтах до последнего времени не применялась, в основном, из-за отсутствия телефонных аппаратов АТС, предназначенных для установки в подземных выработках. Кроме того, потери времени на набор номера и возможность занятости вызываемого абонента другим разговором в условиях шахт в определенных случаях являются недопустимыми. Выпуск телефонных аппаратов типа ТА-200, позволяющих одновременно пользоваться в шахтах как телефонной автоматической связью, так и прямой связью с диспетчером (вызов абонентом диспетчера осуществляется простейшей манипуляцией — нажатием кнопки на аппарате), разрешил проблему автоматизации связи не только железорудных, но и всех других взрывобезопасных шахт. Емкость телефонной станции, обслуживающей комплекс сооружений крупной железорудной шахты или рудоуправления, в состав которого входят несколько шахт, составляет 500—1500 номеров.

Кроме производственной телефонной связи в железорудных шахтах применяется аппаратура ВЧ для связи по стволу с движущейся клетью и по троллеям диспетчера подземного транспорта с машинистами электровозов.

Угольные шахты отличаются от железорудных наличием взрывоопасных сред. Поэтому на таких шахтах применяется оборудование во взрывобезопасном и искробезопасном исполнении. Одновременно на этих шахтах производится большой объем работ по автоматизации внутришахтной телефонной связи. К числу предприятий, имеющих взрывоопасные среды, относятся *коксохимические заводы*, аналогичные цехи металлургических комбинатов и заводов, а также заводы *химической промышленности*. Организация связи здесь, в основном, та же, что и на предприятиях металлургической промышленности, но оборудование применяется в искробезопасном исполнении.

Спецификой предприятий *машиностроительной промышленности* является достаточно постоянное размещение производственного персонала на их территории. Если на горнообогатительных комбинатах, в шахтах и некоторых других промышленных предприятиях персонал в процессе работы перемещается на значительных площадях, то здесь работающий, как правило, имеет жестко закрепленное за ним рабочее место. В связи с этим на предприятиях машиностроительной промышленности нашли применение комплексные системы диспетчеризации (типа КДС-СП или установка «Сигнал»), включающие в себя наряду со средствами связи технические средства учета и контроля за работой оборудования. Использование комплексных систем связи, учета и контроля позволяет повысить производительность труда в среднем на 15%, так как обеспечивает возможность получения объективной оценки работы отдельных подразделений предприятия, данных о причинах непроизводительных потерь времени, загрузки оборудования и т. д.

Система КДС-СП обеспечивает: автоматический учет и фиксацию на рабочих местах и диспетчерском пульте количества деталей, изготовленных на каждом станке; программирование работы станков по количеству изготовляемых деталей и автоматическую остановку станка после завершения обработки партии деталей; получение предупредительного сигнала о необходимости переналадки оборудования; сигнализацию интервалов времени контроля за качеством деталей и принудительную остановку станка по истечении контрольного интервала; сигнализацию в службы цеха и на диспетчерский пульт о производственных требованиях станочника и причинах простоя станков, суммарный учет времени простоя оборудования.

Установка «Сигнал» (рис. 3.5) обеспечивает сигнализацию в диспетчерскую службу цеха о факте и причинах простоя оборудования, дистанционную полуавтоматическую передачу в диспетчерскую службу завода суммарного времени простоя оборудования цеха, регистрацию на бумажной ленте периодов включения и отключения каждой единицы оборудования и на электромеханических счетчиках-перфокартах — времени простоев оборудования.

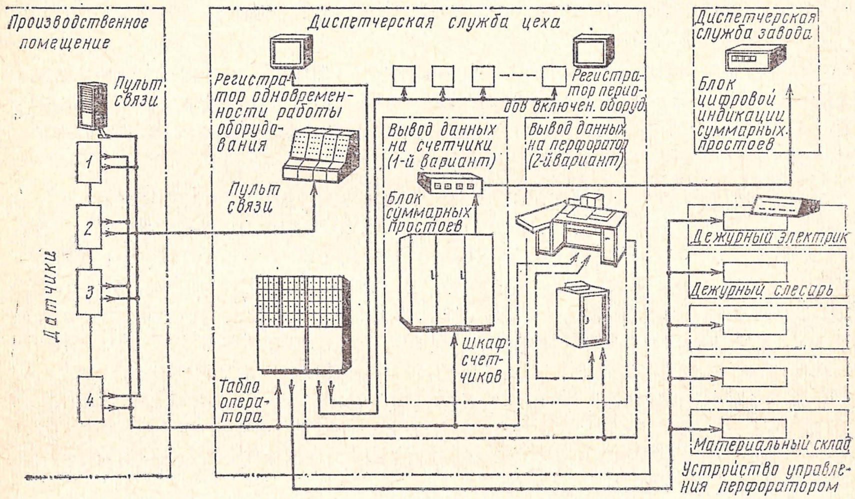

Производственное помещение
Пульт связи
1
2
3
4
Датчики
Диспетчерская служба цеха
Регистратор одновременности работы оборудования
Пульт связи
Табло оператора
Регистратор периодов включен. оборуд.
Вывод данных на счетчики (1-й вариант)
Вывод данных на перфоратор (2-й вариант)
Блок суммарных простоев
Шкаф счетчиков
Диспетчерская служба завода
Блок цифровой индикации суммарных простоев
Дежурный электрик
Дежурный слесарь
Материальный склад
Устройство управления перфоратором

Рис. 3.5. Функциональная схема установки «Сигнал»

В комплект установки входит устройство громкоговорящей связи диспетчера с рабочими местами.

Существенными особенностями обладает организация производственной связи *в строительстве.* Сложная структура управления, отражающая глубокую специализацию строительного производства и многосторонние внутренние и внешние связи, постоянное изменение дислокации строителей, ведение ими работ на значительных по размеру площадях требуют решения ряда вопросов, которые не возникают при организации связи на промышленных предприятиях. При этом объем средств связи, применяемых для оснащения строительных организаций, по сравнению с промышленными предприятиями сравнительно небольшой, а известно, что наиболее эффективно используются только крупные комплексы устройств связи, когда затраты на единицу оборудования имеют малую величину. Поэтому наиболее правильно вопросы организации связи решать на уровне не ниже республиканского министерства, главного управления по строительству, охватывающего две-три области или крупный город (Москву, Ленинград, Киев, Ташкент), или областного управления строительства.

В состав республиканского министерства строительства, как правило, входят 8—15 общестроительных и специализированных трестов, подразделения которых (строительные управления, управления механизации, автобазы, заводы строительной индустрии) размещены по различным городам республики. Наиболее применимая в данном случае схема организации связи предусматривает строительство в каждом городе производственной АТС емкостью от 50 до 400 номеров, а в столице республики — двух-четырех станций суммарной емкостью 1000—3000 номеров. Указанные ПАТС предназначены для удовлетворения потребностей всех строительных организаций, размещенных в данном географическом пункте, что позволяет максимально укрупнить сооружения связи и сделать их более экономичными. ПАТС строительных организаций могут иметь ограничение для выхода на городские телефонные сети. Станции, размещаемые в столице республики, соединяются между собой по единой нумерации с помощью межстанционной сети. Линейные сооружения строительных организаций (особенно телефонная канализация) во всех случаях максимально блокируются с сооружениями городских телефонных сетей и строятся таким образом, чтобы имелась возможность подключения к сети ПАТС с минимальными затратами любой строительной организации при изменении ее местоположения внутри данного города.

По арендованным у министерства связи каналам организуется междугородная связь министерства строительства со всеми городами республики, где имеются ПАТС. Эта связь может быть либо ручной, либо полуавтоматической, либо полностью автоматической. Узлы междугородной связи министерства строительства совмещаются с ПАТС. При расстояниях до 100 км вместо аренды междугородных каналов используют малоканальные радиорелейные линии. По всем междугородным направлениям организуется связь совещаний.

Диспетчерская и директорская телефонная связь организуется с использованием линейных сооружений ПАТС. Большой удельный вес в комплексе устройств связи строительных организаций занимают средства радиосвязи. Радиостанции устанавливаются на объектах строительства, где организация проводной связи либо невозможна, либо требует значительных затрат, на технологическом автотранспорте, высокопроизводительных механизмах, «летучках» технической помощи, автомашинах руководителей и т. д. В настоящее время в строительстве одна радиостанция устанавливается примерно на десять телефонных аппаратов различного назначения, в то время как на промышленных предприятиях это соотношение составляет примерно 1 : 80÷1 : 100.

Особенно эффективно применение радиосвязи в специализированных организациях — трестах «Строймеханизация», прокладки инженерных коммуникаций, автотранспортных, отделочных и т. д. Эти тресты могут организовывать по 3—5 самостоятельных радиосетей для включения 100—150 радиостанций. В некоторых случаях из-за нехватки радиочастот производится работа по расписанию на одной частоте двух трестов (общестроительных, иногда отделочных, трестов благоустройства и т. д.).

Организация связи на *предприятиях строительной индустрии* (заводы крупнопанельного домостроения, железобетонных конструкций, деревообделочные комбинаты и т. д.) практически не отличается от металлургических заводов небольшой мощности или предприятий машиностроительной промышленности. Здесь находят применение комплексные системы диспетчеризации («Автодиспетчер», «Ритм»), включающие в себя устройства автоматического учета, контроля и регулирования в сочетании с разнообразными средствами производственной связи.

Территориальные главные управления по строительству, а также областные управления строительства имеют схемы организации связи, аналогичные схемам республиканских министерств строительства с соответствующим изменением количества применяемых средств. В ряде случаев здесь вместо аренды междугородных каналов оказывается целесообразным открытие коротковолновой радиосети.

Элементом систем оперативной связи строительных организаций, ведущих работы в крупных городах, является аппаратура радиотелефонной связи типа «Алтай», хорошо зарекомендовавшая себя в этих условиях.

Организации Министерства монтажных и специальных работ, как правило, самостоятельных систем связи не создают и подключаются к системам связи соответствующих республиканских министерств, областных управлений строительства и т. д. (за исключением некоторых технологических связей).

Глава 4

Технико-экономическое проектирование производственной связи

4.1. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Создание системы производственной связи, как правило, осуществляется в течение многих лет и носит характер не единичного мероприятия, а циклического процесса. Это объясняется тем, что система связи является технической базой системы управления производством, вследствие чего недопустимы разрывы между уровнем организации, управления и технологии производства и уровнем системы связи. Поскольку промышленное производство непрерывно развивается либо экстенсивным (за счет расширения производства, строительства новых цехов и т. д.), либо интенсивным (за счет совершенствования технологии производства) путем, непрерывно совершенствуется и система связи, постоянно приближаясь к изменившимся условиям функционирования предприятия. Исходя из этого, весь процесс создания системы производственной связи на практике разбивается на несколько очередей, причем каждая из них выполняется несколькими этапами (стадиями), к числу которых относятся: предпроектные работы, проектирование, организация внедрения, разработка, изготовление и поставка оборудования, его монтаж, эксплуатация системы.

На предпроектной стадии определяется содержание каждой очереди строительства системы производственной связи, ее количественные и качественные показатели, в том числе применяемые виды связи, номенклатура и количество используемых средств, стоимость работ, численность обслуживающего персонала. Некоторые методические положения по осуществлению предпроектных работ рассматриваются в разд. 4.2 и 4.3.

В соответствии с действующим положением (СН202-76) системы производственной связи должны проектироваться либо двухстадийно (технический проект и рабочие чертежи), либо одностадийно (техно-рабочий проект) в зависимости от сложности строящегося объекта, его сметной стоимости и степени использования типовых чертежей.

В комплексы проектных работ входят техно-экономические расчеты (выбор вариантов организации связи, типа оборудования, определение емкостей станций сети, количество абонентских пунктов и т. д.), технологическая часть (монтажные и конструктивные чертежи, планы размещения оборудования и т. д.), энергетическая часть, гражданские сооружения, сметная часть.

На стадии проектирования системы производственной связи должны быть предусмотрены такие технические решения, которые позволили бы повысить эффективность управления производством, улучшить санитарно-гигиенические условия труда или условия безопасности работ, соответствовали бы современному уровню развития техники связи, способствовали внедрению системного подхода к организации связи, повышению пропускной способности, качества и надежности связи при передаче всех видов информации при минимальных капитальных и эксплуатационных затратах. Применение в проектах новой серийно не выпускаемой аппаратуры допускается лишь по специальному разрешению вышестоящей организации при наличии соответствующих обоснований. Проектирование радиосвязи осуществляется только после получения разрешения органов Государственной инспекции электросвязи Министерства связи СССР. В проектах должны предусматриваться не только наиболее совершенные типы и системы оборудования связи, но и прогрессивные методы строительства и эксплуатации.

При проектировании систем производственной связи необходимо пользоваться нормами технологического проектирования (НТП), изданными Министерством связи. Соблюдение и строгое их выполнение необходимо во всех случаях, когда проектируемые

Таблица 4.1

Наименование норм технологического проектирования	Обозначение и номер норм
Станции городских телефонных сетей	НТП 327-68
Линии кабельные городских телефонных сетей	НТП 322-68
Станции радиотрансляционных узлов	НТП 45.328-71
Устройство телефонных и радиотрансляционных сетей для жилых и общественных зданий	ВТУ 329-55
Электроустановки предприятий проводной связи	НТП 45.326-71
Линии кабельные сельских телефонных сетей	НТП 45.1369-71
Радиорелейные линии связи прямой видимости	НТП 45.1371-71
Станционные сооружения междугородной проводной связи. Линейно-аппаратные цехи, аппаратные проводного вещания и телевидения	НТП 45.324-71
Станционные сооружения междугородной проводной связи. Телеграфные станции и узлы	НТП 45.325-71
Станции радиотелевизионные передающие, центры телевизионные, радиодома	НТП 45.560-72
Станционные сооружения междугородной проводной связи. Цехи коммутации	НТП 45.578-71
Каналы тональной частоты и тракта внутризоновой сети, организуемые по цветным и стальным цепям воздушных линий связи	ТУ 45.419-70
Линии кабельные междугородной связи	НТП 45.321-71
Станции сельских телефонных сетей	НТП 45.1370-74

устройства связи имеют выход на общегосударственную сеть связи. Наряду с НТП Министерства связи СССР некоторые министерства и ведомства издают ведомственные НТП, в которых отражены специфические требования к организации связи данной отрасли народного хозяйства (угольная промышленность, транспорт, черная и цветная металлургия).

Перечень действующих норм технологического проектирования сооружений связи, утвержденных Министерством связи СССР и согласованных с Госстроем СССР, приведен в табл. 4.1.

4.2. РАСЧЕТ СОСТАВА СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СВЯЗИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИХ РАЗВИТИЯ ПО ОТРАСЛИ

Расчет состава систем производственной связи и прогнозирование их развития по отрасли осуществляются отделами связи министерств и ведомств при перспективном, годовом и текущем планировании, а также при решении вопросов материально-технического обеспечения. Эти расчеты являются содержанием предпроектных работ, а их результаты служат контрольными цифрами для составления технических заданий на проектирование.

На практике встречаются самые разнообразные формы представления материалов предпроектных работ: генеральная схема развития системы производственной связи отрасли или подотрасли на 5—10 лет, основные положения, техно-экономические обоснования (ТЭО), техно-экономические доклады (ТЭД).

В простейшем случае предпроектные работы на уровне отрасли или подотрасли могут осуществляться, исходя из задач достижения либо средних цифр оснащения предприятий средствами производственной связи (например, количество телефонных аппаратов диспетчерской связи на единицу выпущенной продукции, количество радиостанций на 1 млн. руб. стоимости строительно-монтажных работ, задействованная или монтированная емкость, отнесенная к 1000 трудящихся и т. д.), либо уровня передовых предприятий, либо уровня другой отрасли или подотрасли, либо уровня данной отрасли какой-либо зарубежной страны. Во всех перечисленных случаях используется метод укрупненных показателей, существо которого состоит в следующем. Выбирается некоторый показатель, который характеризует промышленные предприятия данной отрасли и определение которого не составляет большого труда (объем выпускаемой продукции, численность трудящихся и т. п.). На основе анализа соответствующего статистического материала исследуется линейная форма зависимости тех или иных средств связи (емкости ПАТС, количества диспетчерских и директорских установок, радиостанций, телеграфных, фототелеграфных и телефонных аппаратов) или других показателей системы производственной связи (стоимость строительства, протяженность кабельных линий связи и телефонной канализации, численность обслуживающего персонала и т. д.) от выбранного показателя, т. е. функция

$$y = a_0 + a_1 x, \tag{4.1}$$

где y — показатель, характеризующий систему связи; x — показатель, характеризующий предприятия данной отрасли; a_0 и a_1 — постоянные коэффициенты.

Если при рассмотрении достаточно большого (обычно не менее десяти) количества предприятий оказывается, что коэффициент корреляции высок (не менее 0,7) и при этом соблюдается неравенство $a_0 \ll a_1 x$, то коэффициент a_1 называется укрупненным показателем количества средств связи (или другого параметра системы связи) на единицу показателя, характеризующего предприятие отрасли, т. е.

$$a_1 = y/x. \tag{4.2}$$

Если предположить, что этот показатель известен, то определение интересующей характеристики системы связи производится по формуле $y = a_1 x$, в которую подставляется величина x, характеризующая в зависимости от решаемой задачи отрасль в целом или какое-нибудь отдельное промышленное предприятие. Например, для строительства определено, что на 1 млн. стоимости строительно-монтажных работ требуется установить: 12,7 телефонных аппаратов; 2,2 коммутатора диспетчерской и директорской связи; 3,6 радиостанций и т. п. Тогда для строительного министерства, выполняющего объем работ в 5 млрд. рублей, получим, что в подведомственных ему строительных организациях должно быть установлено 63,5 тыс. телефонных аппаратов, 11 тыс. коммутаторов, 18 тыс. радиостанций и т. д.

Основная сложность такого метода определения количества средств связи (или других показателей, характеризующих систему связи) заключается в получении величин укрупненных показателей, которое производится путем корреляционного анализа соответствующего статистического ряда и оценки надежности полученного результата [20].

Планирование развития средств связи отрасли по укрупненным показателям дает значительно лучшие результаты, чем экспертная оценка самого квалифицированного специалиста. Однако в связи с тем, что фактические данные, с помощью которых были определены укрупненные показатели, как правило, имеют значительный разброс вокруг прямой $y = a_1 x$, получить высоконадежные укрупненные показатели бывает очень трудно. Поэтому более высокую точность планирования обеспечивают корреляционные зависимости требуемых характеристик системы связи от показателей производства. Эти зависимости дают не одно точечное значение связи между указанными показателями, каким является укрупненный показатель, а функцию этой связи, которая позволяет более полно учесть воздействие производства на систему связи, разницу влияния на различных этапах развития производства и др. В качестве корреляционных функций обычно используются прямая вида (4.1) или полиномы вида

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2, \quad y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3,$$

а также степенные функции. Вид функции выбирается, исходя из анализа статистического ряда, используемого для получения требуемой зависимости, по величине корреляционного отношения. Чем величина корреляционного отношения выше, тем данная функция точнее аппроксимирует исходную статистику.

Наконец, третьим и наиболее совершенным методом осуществления предпроектных работ на уровне отрасли (или подотрасли) является экономико-математическое моделирование с применением ЭВМ. Работы по созданию таких моделей в настоящее время находятся в стадии постановки задачи.

Прогнозирование развития средств связи по отрасли (или подотрасли) производится исходя из того очевидного положения, что процесс этого развития является продолжающимся с насыщением. Установлено, что такие процессы хорошо описываются логистической кривой, т. е. функцией вида

$$y = \frac{a}{1 + b\,\mathrm{e}^{-ct}}, \tag{4.3}$$

где a — величина насыщения; b и c — постоянные коэффициенты. Использование этой функции дает очень хороший результат, если $t > \ln b/c$.

При использовании логистической функции, также как и при методе укрупненных показателей и корреляционном анализе, собирается исходная статистика. Но на этот раз исходная статистика характеризует не отдельные предприятия отрасли, а отрасль в целом. Аргументом функции здесь является время, выражаемое обычно в годах. Первому году присваивается $t=1$, следующему году $t=2$ и т. д. Желательно, чтобы статистика охватывала период времени не менее 10 лет ($t=1\div10$). Значением функции (y) является интересующая характеристика системы производственной связи отрасли (количество телефонных аппаратов, емкость ПАТС и т. д.). Расчет осуществляется методом наименьших квадратов, как правило, с помощью ЭВМ, которая в результате расчета выдает значения коэффициентов a, b, c, величину корреляционного отношения, среднюю ошибку аппроксимации и другие показатели. Полученные коэффициенты подставляются в ф-лу (4.3) для расчета величины y при любом другом значении t, не лежащем в области исходной статистики. Так как прогностические расчеты выполняются при перспективном планировании, то такими t являются величины, соответствующие 1980, 1985 и 1990 годам, а также любым другим годам (если это требуется), находящимся между ними.

Если величина корреляционного отношения достаточно велика (не менее 0,7), то обычно результаты прогноза оказываются весьма точными. Однако следует подчеркнуть, что полученные значения прогностической функции на планируемый период времени являются не детерминированными величинами, а наиболее вероятными, т. е. возможны определенные колебания вокруг рассчитанных значений.

4.3. РАСЧЕТ СОСТАВА СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СВЯЗИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИХ РАЗВИТИЯ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Предпроектные работы на уровне промышленного предприятия или строительной организации выполняются по тем же методикам, что и для отрасли в целом (см. разд. 4.2). Однако объем достаточной статистики в этом случае получить значительно труднее, чем для отрасли в целом, поскольку в состав отрасли (подотрасли) входит большое количество предприятий, причем каждое из них характеризуется вектором состава системы производственной связи. Единичное промышленное предприятие имеет один вектор системы производственной связи $\dot{S}(y_1, y_2, ..., y_n)$, где $y_1, y_2, ..., y_n$ — компоненты вектора (емкость ПАТС, количество телефонных аппаратов, численность службы связи и т. д.), для определения которых используются не статистические, а фактические данные. Поэтому расчет требуемого состава системы производственной связи на единичном предприятии может выполняться двумя способами:

— с использованием отраслевых показателей;

— с использованием статистических данных по внутренним структурным элементам.

В первом случае при расчете состава системы связи на предприятии применяются укрупненные показатели или корреляционные зависимости, полученные при обработке статистических данных по отрасли (подотрасли). Этот способ расчета имеет ряд достоинств: он не связан с трудоемкими исследованиями и хорошо корреспондируется с показателями развития системы связи отрасли (подотрасли). Однако он имеет и серьезный недостаток, заключающийся в том, что отраслевые показатели являются усредненными и не могут учесть всех специфических особенностей каждого предприятия. Поэтому при применении среднеотраслевых показателей к системе связи одного предприятия может возникнуть диспропорция между потребностями в связи и возможностями системы связи — в одних случаях потребности будут выше возможностей и система связи будет перенапряжена, в других случаях, наоборот, потребности оказываются ниже возможностей и система связи будет простаивать.

При втором способе расчета предприятие рассматривается как совокупность группы составляющих его производств (цехов, участков и т. п.), каждому из которых ставится в соответствие вектор состава системы связи. При достаточно однородном производстве, когда структурные подразделения предприятия не слишком отличаются друг от друга, применение такого подхода позволяет получить отличные результаты. В этом случае находятся укрупненные показатели или корреляционные функции по статистике, собранной по структурным подразделениям предприятия, с помощью которых производится обобщение для всего предприятия. Например, на предприятии, насчитывающем 10000 трудящихся, при обработке статистики по отдельным цехам было установлено, что в среднем на 100 трудящихся должно приходиться 20 телефонных аппаратов АТС. Тогда можно рассчитать, что на всем предприятии должна быть установлена АТС с задействованной емкостью 2000 номеров.

Этот способ расчета состава системы производственной связи обладает тем достоинством, что позволяет в большей мере, чем в предыдущем случае, учесть специфические особенности предприятия. Недостатками его являются трудоемкость сбора и обработки статистической информации, особенно для предприятий, имеющих разнородные производства, вследствие чего для каждой группы производства требуется сбор и обработка соответствующих статистических рядов.

Прогнозирование развития основных показателей системы производственной связи производится точно также, как и для отрасли, по методике, изложенной в разд. 4.2.

4.4. МЕТОДИКА ВЫБОРА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СВЯЗИ

На предпроектной стадии осуществляется обоснование количественного состава системы производственной связи, без указания конкретных типов применяемого оборудования, что является задачей проектирования.

Выбор типа применяемого оборудования в том случае, когда имеется возможность для достижения одних и тех же целей использовать различные его виды, производится по величине приведенных затрат $П$, определяемой по формуле

$$П = \frac{Э + E_{н}C}{(1 + E_{нп})^{t}}, \tag{4.4}$$

где $Э$ — годовые эксплуатационные затраты на обслуживание данного вида оборудования; C — капитальные затраты на данный вид оборудования; $E_{н}$ и $E_{нп}$ — нормативные коэффициенты соответственно эффективности и приведения затрат более поздних лет к текущему периоду; t — период времени приведения в годах (для оборудования связи $E_{н}=0{,}12$ и $E_{нп}=0{,}08$).

Годовые эксплуатационные затраты характеризуют расходы, связанные с поддержанием системы производственной связи в работоспособном состоянии и состоят из заработной платы производственных работников основной деятельности, отчислений на социальное страхование, затрат на материалы и запасные части, электроэнергию для производственных нужд, амортизационных отчислений, прочих производственных и транспортных расходов, расходов по управлению и обслуживанию производства.

В структуру капитальных вложений входят исчисляемые независимо друг от друга затраты на приобретение оборудования, строительные работы, монтажные работы, инструменты и производственный инвентарь, а также прочие затраты.

При сравнении различных видов оборудования знаменатель в ф-ле (4.4) можно опустить и для каждого i-го вида оборудования рассчитать величину

$$П_i = Э_i + E_{н}C_i. \tag{4.4'}$$

Оборудование, имеющее минимальное значение величины $П_i$, должно быть принято для проектирования.

Пример. На предприятии требуется установить ПАТС емкостью 1000 номеров. При этом может быть использована либо декадно-шаговая УАТС-49, либо координатные станции АТС К-100/2000 или АТСК. Рассчитаем величину приведенных затрат для всех трех вариантов, присваивая индексы 1, 2 и 3 соответственно вариантам с применением УАТС-49, АТС К-100/2000 и АТСК. В качестве исходных данных примем: $C_1=15{,}6$ тыс. руб.; $C_2=70{,}8$ тыс. руб.; $C_3=$ $=150{,}0$ тыс. руб.; $Э_1=12{,}4$ тыс. руб.; $Э_2=Э_3=5{,}7$ тыс. руб. Тогда при $E_{н}=$ $=0{,}12$ имеем:

$$П_1 = 12{,}4 + 0{,}12 \cdot 15{,}6 = 14{,}3 \text{ тыс. руб.};$$

$$П_2 = 5{,}7 + 0{,}12 \cdot 70{,}8 = 14{,}2 \text{ тыс. руб.};$$

$$П_3 = 5{,}7 + 0{,}12 \cdot 150 = 22{,}7 \text{ тыс. руб.}$$

Следовательно, к проектированию должна быть принята АТС К-100/2000, как обладающая наименьшей величиной приведенных затрат.

При расчете приведенных затрат величины капитальных затрат принимаются по действующим прейскурантам цен на оборудование с учетом поправочного коэффициента на строительные и монтажные работы, а также прочие затраты. В зависимости от типа оборудования этот коэффициент изменяется в очень широких пределах (1,1—1,6) и его достаточно точное определение представляет собой самостоятельную задачу, решаемую, как правило, с помощью корреляционного анализа большого количества апробированных смет.

Величины эксплуатационных расходов рассчитываются исходя из трудозатрат, требующихся для обслуживания того или иного оборудования. Эти трудозатраты приводятся в литературе [3] и позволяют определить среднюю величину годовой заработной платы по формуле

$$Э_{зп} = 12 к_1 к_2 к_3 \overline{p} \, \frac{z}{174}, \tag{4.5}$$

где $к_1$ — коэффициент, учитывающий оплату замещения отпускников (обычно $к_1=1{,}06$); $к_2$ — коэффициент, учитывающий премии (обычно $к_2=1{,}15$—$1{,}20$); $к_3$ — коэффициент, учитывающий выплаты по социальному страхованию (обычно $к_3=1{,}053$—$1{,}075$); $\overline{p}$ — среднемесячная заработная плата производственных работников службы связи (130—150 руб.); z — месячные трудозатраты на обслуживание данного средства связи по нормативам в часах; 174 — месячный фонд рабочего времени.

Установлено, что затраты на заработную плату составляют 30—40% от величины годовых эксплуатационных затрат. Это соотношение позволяет по вычисленной по ф-ле (4.5) величине затрат на заработную плату перейти к общей величине годовых эксплуатационных расходов.

Приведенные затраты являются важным показателем технико-экономического проектирования отдельных сетей производственной связи. Однако использование этого показателя приносит успех только в том случае, если сравниваемые варианты эквивалентны по своим техническим данным. Если это требование не соблюдается, то варианты должны быть соответствующим образом пересмотрены.

4.5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СВЯЗИ

Разработка любого проекта системы производственной связи может быть охарактеризована определенными технико-экономическими показателями, к числу которых относятся:

1) величина приведенных затрат;

2) капитальные затраты в целом, а также отнесенные к одному абоненту системы или к одной условной единице;

3) эксплуатационные расходы;

4) количество средств связи в физическом или условном выражении, отнесенное на одного работающего на предприятии;

5) объем запроектированных средств связи, вычисленных в какой-либо системе условных единиц;

6) расход дефицитного оборудования или материалов в физическом выражении;

7) качество передачи информации, выраженное величинами потерь сообщения, оперативности или эффективности функционирования.

Приведенные показатели позволяют сравнить различные варианты организации систем производственной связи друг с другом с целью выбора оптимального, а также различные системы производственной связи между собой. Представляется правильным каждому министерству и ведомству нормировать эти показатели, что дало бы возможность отсеять неэффективные проекты. Указанное нормирование должно осуществляться с учетом специфических особенностей каждой отрасли народного хозяйства и постоянно совершенствоваться с учетом роста технического уровня систем производственной связи и потребностей производства.

Глава 5

Производственная автоматическая телефонная связь

5.1. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

При рассмотрении вопроса организации производственной автоматической телефонной связи следует выделить два случая: когда на предприятии нет своей автоматической телефонной станции и оно обслуживается ближайшей городской АТС и когда предприятие имеет самостоятельную автоматическую телефонную станцию ПАТС, связанную с городской и междугородной телефонными станциями соединительными линиями. Такая ПАТС включается в ГТС и МТС наряду с учрежденческими телефонными станциями (УАТС) и относится к числу коммутаторных установок (КУ).

Выбор способа организации производственной автоматической телефонной связи зависит от характера производства, величины предприятия и ряда других факторов. Все крупные промышленные предприятия обычно имеют самостоятельные телефонные станции. При этом одной из основных причин организации ПАТС на предприятиях является необходимость их эксплуатации в условиях, отличающихся от условий эксплуатации городских телефонных сетей.

Поскольку ПАТС являются одним из технических средств управления производством, от которых зависит нормальная деятельность промышленного предприятия, то к их обслуживанию предъявляются повышенные требования, заключающиеся в большей оперативности устранения повреждений, организации различных перестановок, временных связей, а также в совмещении обслуживания телефонных станций с обслуживанием других устройств производственной связи, что требует специальной подготовки кадров и их непосредственного подчинения руководству предприятия.

При принятии решения об организации самостоятельной ПАТС на промышленном предприятии большое значение имеет то обстоятельство, что производственные АТС имеют сокращенную (3—4 знака) нумерацию абонентов, вместо пяти-семизначной, принятой на городских телефонных сетях. Сокращение значности абонентского номера позволяет уменьшить время установления соединения.

Специфическим вопросом организации производственной телефонной связи является ограничение внешней связи (с ГТС и МТС) для определенной группы абонентов ПАТС. Необходимость ограничения диктуется либо причинами технологического порядка (в тех случаях, когда по соображениям техники безопасности при поточном производстве, например, невозможно допустить отвлечения внимания работающих от выполнения производственных операций), либо стремлением снизить расходы на оплату соединительных линий с городской телефонной сетью, либо рядом других причин.

Абоненты, имеющие право пользования как внешней, так и внутренней связью, обычно называются *абонентами с правом внешней связи*; абоненты, которые могут пользоваться только внутренней связью, — *абонентами без права внешней связи*. Первые обычно имеют нумерацию наравне со всеми другими абонентами ГТС. Степень ограничения внешней связи для различных предприятий может быть разной: для одних оно не предусматривается совсем, а для других оно полное, но, как правило, составляет 40—60% от общего количества абонентов и устанавливается дирекцией предприятия по согласованию с местными органами связи.

Решение об организации на каждом конкретном предприятии ПАТС должно подкрепляться технико-экономическими расчетами, сводящимися к определению расстояния, при котором в данных условиях самостоятельная телефонная станция будет оправдана. Обычно допускают, что:

— при обслуживании предприятия от городской станции в месте возможного размещения ПАТС устанавливается распределительный шкаф; это дает возможность при расчете не принимать во внимание распределительные сети;

— связь ПАТС с междугородной телефонной станцией организуется через ГТС по соединительному кабелю ПАТС-ГАТС;

— кабели связи прокладываются в готовой телефонной канализации.

Стоимость одного номера станционных устройств для включения абонентов предприятия принимается равной:

— при обслуживании от городской станции соответствующей стоимости одного номера данной ГАТС, исходя из ее номерной емкости, с учетом количества подключаемых абонентов предприятия;

— при обслуживании от самостоятельной АТС соответствующей стоимости одного номера данной ПАТС, исходя из ее номерной емкости, а также стоимости включения этой станции на ГТС, отнесенной к одному абоненту предприятия.

Исходя из сказанного, стоимость одного номера телефонной сети предприятия при обслуживании от городской станции будет равна

$$P_1 = P_{\text{об}\,\text{ГАТС}1} + \frac{c_{\text{маг}} V_{\text{маг}} l_{\text{маг}}}{N_{\text{ПАТС}}}, \qquad (5.1)$$

где $P_{\text{об ГАТС}1}$ — стоимость одного номера станционных устройств ГАТС, исходя из ее емкости, с учетом количества подключаемых абонентов предприятия; $c_{\text{маг}}$ — стоимость одной километро-пары магистрального кабеля на участке ГАТС — распределительный шкаф; $V_{\text{маг}}$ — количество занятых пар с учетом эксплуатационного запаса магистрального кабеля для нужд предприятия (абоненты АТС, линии совмещения диспетчерской связи и АТС, соединительные линии с АТС всех установок производственной связи и т. д.); $l_{\text{маг}}$ — расстояние между ГАТС и распределительным шкафом; $N_{\text{ПАТС}}$ — количество абонентов ГАТС на предприятии.

При обслуживании предприятия от самостоятельной станции

$$P_2 = P_{\text{обПАТС}} + \frac{c_{\text{сл}} V_{\text{сл}} l_{\text{сл}}}{N_{\text{ПАТС}}} + \frac{n_{\text{экв}} P_{\text{обГАТС2}}}{N_{\text{ПАТС}}} . \tag{5.1$'$}$$

Здесь $c_{\text{сл}}$, $V_{\text{сл}}$, $l_{\text{сл}}$ — соответственно стоимость одной километропары, количество занятых пар и длина соединительных линий ПАТС-ГАТС; величина $V_{\text{сл}}$ берется с учетом эксплуатационного запаса; $P_{\text{об ГАТС2}}$ — стоимость одного номера станционных устройств ГАТС, исходя только из ее емкости; $P_{\text{об ПАТС}}$ — стоимость одного номера станционных устройств ПАТС, исходя из ее емкости; $n_{\text{экв}}$ — эквивалентная емкость соединительных линий, определяемая как

$$n_{\text{экв}} = V_{\text{сл}} \frac{y_{\text{сл}}}{y_{\text{аб}}} , \tag{5.2}$$

где $y_{\text{сл}}$ — нагрузка, поступающая по соединительной линии; $y_{\text{аб}}$ — нагрузка на одну абонентскую линию.

Для практических расчетов можно принять, что отношение нагрузки, поступающей по соединительной линии, к нагрузке, поступающей по абонентской линии, равно 8, т. е.

$$n_{\text{экв}} = 8V_{\text{сл}};$$

величины эксплуатационных запасов кабельных линий берутся в соответствии с данными гл. 8.

Для целесообразности размещения на предприятии самостоятельной телефонной станции необходимо, чтобы приведенные затраты по первому варианту превышали аналогичные затраты по второму варианту организации связи. Понятие приведенных затрат было рассмотрено в гл. 4.

Величина эксплуатационных расходов при организации связи от городской АТС может быть подсчитана по формуле $Э_1 = aN_{\text{ПАТС}}$, где a — стоимость годовой эксплуатации данной линии, в качестве которой в первом приближении можно принять величину годовой арендной платы (50 руб.). При организации самостоятельной АТС величина общих эксплуатационных затрат составляет:

$$Э_2 = Э_{\text{ПАТС}} + aV_{\text{сл}}/N_{\text{ПАТС}} , \tag{5.1$''$}$$

где $Э_{\text{ПАТС}}$ — годовые эксплуатационные затраты на обслуживание одного номера ПАТС.

Подставляя в ф-лу (4.4′) величины, характеризующие капитальные и эксплуатационные затраты по обоим вариантам, а также нормативные коэффициенты, получим два значения приведенных затрат $П_1$ и $П_2$. Если $П_1 > П_2$, то размещение самостоятельной

АТС на промышленном предприятии безусловно целесообразно; если $П_1 < П_2$, то строительство самостоятельной АТС на предприятии экономически не оправдано и окончательное решение о сооружении станции или подключении к городской АТС должно приниматься с учетом других факторов.

В частном случае, когда рассматриваются только капитальные затраты, размещение самостоятельной АТС на предприятии целесообразно, если

$$l_{\text{маг}} = l_{\text{сл}} > \frac{P_{\text{обПАТС}} - P_{\text{обГАТС1}}\left(1 - \dfrac{n_{\text{экв}}}{N_{\text{ПАТС}}} K\right)}{c_{\text{маг}} V_{\text{маг}} - c_{\text{сл}} V_{\text{сл}}} N_{\text{ПАТС}}, \qquad (5.3)$$

где $K = P_{\text{об ГАТС2}} / P_{\text{обГАТС1}}$.

Таблица 5.1

Количество абонентов ПАТС, имеющих право внешней связи	Количество СЛ с городской АТС		Количество СЛ с МТС	Количество абонентов ПАТС, имеющих право внешней связи	Количество СЛ с городской АТС		Количество СЛ с МТС
	исходящих	входящих			исходящих	входящих	
50	3	3	1	500	14	15	6
100	5	5	2	600	16	17	7
200	8	9	3	700	18	20	8
300	10	11	4	800	20	22	9
400	12	13	5	900	22	24	10

В табл. 5.1 указано обусловливаемое техническими условиями количество соединительных линий между ГТС, МТС и производственными телефонными станциями в зависимости от числа абонентов ПАТС, имеющих право внешней связи. Термины «входящие» и «исходящие» линии в этой таблице употребляются по отношению к ПАТС. При количестве абонентов ПАТС, превышающем 900, число соединительных линий определяется путем добавления двух СЛ для городской и одной для междугородной связи на каждую сотню абонентов сверх 900 номеров.

Важным вопросом организации производственной автоматической телефонной связи является районирование — определение числа станций и их емкостей. Дело в том, что многие предприятия занимают очень большие территории (например, горнообогатительные комбинаты, которые включают в себя как фабрики, так и карьеры, отстоящие друг от друга порой на десятки километров) и обслуживание их от одной станции технически трудноосуществимо или экономически нецелесообразно.

Районирование обычно производится только при условии применения автоматических телефонных станций, так как районированная сеть при ручной системе обслуживания вызывает большие неудобства при пользовании ею (задержка в установлении соединения, переспросы абонентов и т. д.), а также увеличивает эксплуатационные расходы. При районировании затраты на абонентские линии, которые являются наиболее существенными в общей сумме затрат на сооружение всего слаботочного хозяйства, уменьшаются. Но зато возникают затраты на СЛ и увеличиваются расходы на обслуживание и станционные сооружения. Появление необслуживаемых малых АТС дает возможность сделать районирование более эффективным.

При районировании на промышленных предприятиях необходимо учитывать следующее обстоятельство: ни один завод не строится одновременно на полную мощность, вследствие чего емкости АТС растут постепенно. Это обстоятельство позволяет в ряде случаев организовывать обслуживание расширяемых территорий от выносных АТС, что способствует лучшему использованию оборудования и производственных площадей, а также снижению капитальных затрат на строительство. Кроме того, использование ПАТС для коммутации сетей производственной связи (диспетчерской, производственной громкоговорящей и др.) делает целесообразным организацию цеховых выносов даже при относительно небольших расстояниях от опорной АТС, так как в этом случае обеспечивается весьма эффективное комплексное использование цеховых средств связи.

Методы районирования, используемые при проектировании городских телефонных сетей, здесь, вообще говоря, применимы, хотя имеют свою специфику: нагрузка распределена неравномерно, появляется необходимость приведения всех видов использования ПАТС к единой количественной оценке, которой могут быть линия, один номер и т. п. Кроме того, на ГТС имеют дело с емкостями станций в десятки тысяч номеров и расстояниями в десятки километров, в связи с чем появляется возможность сделать ряд допущений, которые мало сказываются на конечном результате. На промышленных предприятиях, даже самых крупных, количество номеров телефонных станций меньше емкости городской телефонной сети, что требует более детального подхода к решению вопроса районирования.

Представляется наиболее целесообразным вопросы районирования на телефонных сетях промышленных предприятий решать для каждого конкретного случая, рассматривая последовательно все возможные варианты. Поскольку указанные сети, как отмечалось выше, не сравнимы с ГТС по своим объемам, то количество вариантов здесь невелико (как правило, не превышает пяти-шести). В этом случае можно пользоваться ф-лой (5.3), отнеся ее к абонентам предполагаемой выносной станции от опорной АТС предприятия. Тогда, обозначив через:

$P_{\text{об ПАТС1}}$ — стоимость одного номера станционных устройств опорной станции, исходя из ее емкости, с учетом всех потребностей предприятия;

$P_{\text{об ПАТС2}}$ — то же, исходя из емкости опорной станции без емкости выноса;

$P_{\text{об вын}}$ — то же, исходя из емкости выноса;

$N_{\text{вын}}$ — емкость выноса;

$c_{\text{маг}}$, $V_{\text{маг}}$ — стоимость одной километро-пары и количество пар магистрального кабеля при организации связи от одной опорной станции;

$c_{\text{сл}}$, $V_{\text{сл}}$ — то же, соединительного кабеля при организации выноса от опорной станции;

$n_{\text{экв}}$ — эквивалентную емкость соединительных линий «опорная АТС — выносная АТС», определяемую по ф-ле (5.2);

$K = P_{\text{об ПАТС2}}/P_{\text{об ПАТС1}}$, получим

$$l > \frac{P_{\text{об вых}} - P_{\text{обПАТС1}}\left(1 - \frac{n_{\text{экв}}}{N_{\text{вын}}}K\right)}{c_{\text{маг}}V_{\text{маг}} - c_{\text{сл}}V_{\text{сл}}} N_{\text{вын}}. \qquad (5.4)$$

Если правая часть ф-лы (5.4) будет меньше фактического расстояния между опорной и выносной станциями, то размещение выносной АТС по капитальным затратам будет оправдано.

При выводе ф-лы (5.4) предполагалось, что организация внешней связи по обоим вариантам (с выносной АТС и без нее) одинакова, что в большинстве случаев имеет место на практике.

5.2. СИСТЕМЫ КОММУТАЦИИ

Сущность автоматизации телефонной связи заключается в передаче техническим средствам функций установления соединения между абонентами (коммутации). Имеются различные системы автоматической коммутации, отличающиеся между собой коммутационными приборами и организацией управления ими. Однако любые системы АТС обладают двумя общими признаками:

1. Все они могут рассматриваться как кибернетические системы, управляемые подсистемы которых составляют коммутационные приборы, а системы управления — совокупность устройств, обеспечивающих перевод этих приборов в требуемые состояния.

2. Системы управления всех без исключения АТС выполняют три функции (учет, контроль и регулирование), вследствие чего их структура состоит из датчиков, реализующих функцию учета, органов управления, осуществляющих анализ и принятие решения (контроль), исполнительных органов, непосредственно воздействующих на управляемую подсистему.

Системы АТС принято различать по видам управляемых подсистем; так, машинным искателям соответствует АТС машинной системы, декадно-шаговым искателям — АТС декадно-шаговой системы, многократным координатным соединителям — АТС координатной системы, герконовым и ферридным матрицам — АТС квазиэлектронной системы. Однако изменениям в управляемой подсистеме соответствуют изменения и в системе управления. Самая простая система управления принята в декадно-шаговых АТС, где используется полная децентрализация выполнения требуемых функций по установлению соединения по ступеням искания, а общее управление работой станции производится самим абонентом. Такие АТС относятся к системам с прямым управлением. Более сложные системы АТС предусматривают обходной принцип соединения: набираемый абонентом номер не непосредственно воздействует на коммутационные приборы станции, а через централизованную систему управления, основным устройством которой является регистровое устройство. На АТС машинной системы регистр непосредственно управляет работой искателей, поэтому такие АТС называют системами с одноступенчатым построением управления. В АТС координатной и квазиэлектронных систем работой коммутационных устройств управляют маркеры, получающие соответствующую информацию из регистра. Таким образом, эти станции имеют двухступенчатое построение управляющей подсистемы.

Процесс установления соединения на станциях любых систем состоит из более «простых» процессов: вызова станции абонентом, ответа станции, набора абонентом номера, отыскания свободных линий в заданных направлениях и т. д. Все системы АТС отличаются между собой организацией управления этими процессами. В качестве примера в табл. 5.2 приведен состав систем управления процессом выдачи вызывающему абоненту сигнала ответа станции для декадно-шаговой и координатной систем АТС. Все датчики фиксируют поступление вызова, органы управления анализируют состояние схемы и передают соответствующие команды в исполнительные органы, которые переводят управляемые объекты (ШИ, ДШИ, МКС) в требуемое состояние, а также выполняют другие задачи.

Из табл. 5.2 следует, что процесс установления соединения осуществляется путем взаимодействия как бы последовательно соединенных друг с другом систем управления и срыв в работе одной из них приводит к неминуемому срыву всего процесса.

Таблица 5.2

Система АТС	Состав системы управления		
	датчик	орган управления	исполнительный орган
Декадно-шаговая	Линейное реле *ЛР* в комплекте *ПИ*	Пульс-пара *ПР1* и *ПР2* на стативе *ПИ*	Электромагнит *ПИ*
	Пробное реле *РР* в комплекте *ПИ*	Реле *О* и *Д* в комплекте *IГИ*	Реле *А* в комплекте *IГИ*
Координатная	Абонентский комплект *АК*	Определитель абонентской линии и пробное устройство маркера ступени *АИ*	Выбирающие и удерживающие электромагниты *МКС* звеньев ступени *АИ*
	Реле *С* в комплекте *ШК*	Реле *О* в комплекте *ШК*	Реле *А* и контактные группы реле *О*
	Определитель маркера *РИ*	Пробные реле *П1* — *П5* маркера *РИ*	Выбирающий и удерживающий электромагниты *МКС* ступени *РИ*
	Реле занятия *З1* в регистре	Реле *З2, З3, ВВ1* в регистре	Реле *И* в регистре

В настоящее время на промышленных предприятиях действует большое количество АТС декадно-шаговой системы, главным образом, типа УАТС-49, хотя производство этих станций прекращено. Из АТС координатной системы на промышленных предприятиях используются станции типа УПАТС-100/400 и АТС К-100/2000. Находит применение и станция квазиэлектронной системы на герконовых матрицах типа УПАТС-КЭ. В ряде случаев на промышленных предприятиях применяются станции типа ГАТС-47, АТС-54, АТСК и др.

В процессе эксплуатации АТС декадно-шаговой системы были выявлены следующие недостатки:

— малый срок службы механических искателей;

— большое затухание механического контакта;

— декадно-шаговый искатель сложен по своему устройству и требует значительных затрат ручного труда в процессе изготовления и эксплуатации;

— недостаточная проводность механических искателей;

— недостаточная скорость работы искателя;

— декадно-шаговые АТС не обеспечивают требований ЕАСС в части организации четырехпроводной коммутации разговорного тракта, качества и надежности передачи дискретной информации, а также не обеспечивают автоматизации эксплуатационного оборудования.

Перечисленные недостатки в значительной степени устранены в автоматических координатных телефонных станциях.

Основные положительные качества координатных АТС:

— быстродействие координатного соединителя при установлении соединения;

— высокое качество контакта в разговорной цепи;

— возможность построения многопроводной коммутации;

— большая надежность действия.

Несмотря на перечисленные преимущества координатные АТС имеют следующие недостатки:

— применение благородных металлов (обычно серебро) в МКС удорожает оборудование координатных АТС;

— большие габариты и масса станции;

— последовательность обращения к различным управляющим устройствам.

Вышеперечисленные недостатки декадно-шаговых и координатных АТС отсутствуют в АТС квазиэлектронного типа. Габариты, потребление энергии и масса квазиэлектронной станции значительно меньше, чем у координатных АТС. Коммутационное поле и некоторые цепи управления квазиэлектронных АТС построены на герметизированных магнитоуправляемых контактах — герконах, которые предохранены от внешних климатических воздействий, долговечны, имеют меньшие габариты и массу, обладают быстродействием, не требуют периодического обслуживания, регулировки и чистки, обеспечивают высокое качество разговорного тракта.

На АТС КЭ в качестве управляющего устройства применяется централизованное программное устройство с замонтированной программой. При установлении соединения в квазиэлектронных АТС коммутационное поле используется многократно. Интенсивность использования поля АТС КЭ в четыре раза выше, чем у АТС координатной системы.

Для обеспечения высокой надежности в УПАТС квазиэлектронного типа предусмотрено резервирование и избыточность оборудования. Процесс обслуживания автоматизирован с помощью центрального управляющего устройства, в связи с чем обслуживающий персонал станции может устранять повреждения не сразу после возникновения отказа, а по мере их накопления. Таким образом, УАТС КЭ является полностью необслуживаемой станцией и станет мощным средством повышения производительности труда и неотъемлемой частью систем управления производством.

5.3. СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ ПАТС

Общие положения

Вне зависимости от системы коммутационного оборудования все ПАТС обеспечивают своим абонентам возможности:

— внутренней автоматической телефонной связи;
— связи с городской телефонной сетью;
— связи с междугородной телефонной станцией;
— связи с другими ПАТС;
— связи со специальными службами предприятия и ГТС;
— выхода на другие сети производственной связи.

Координатные станции типа УПАТС-100/400 и квазиэлектронные станции обеспечивают:

— организацию конференцсвязи группы абонентов;
— возможность передачи входящего вызова другому абоненту;
— регистрацию контрольных вызовов и др.

Кроме того, квазиэлектронные АТС позволяют осуществлять тастатурный набор номера, подключаться к занятому абоненту и обеспечивают другие дополнительные услуги (см. ниже).

Каждая АТС для выполнения перечисленных задач содержит необходимое оборудование, отображаемое на структурной схеме станции.

Внутренняя автоматическая телефонная связь

При внутренней автоматической связи абонентам присваивается сокращенная нумерация, количество знаков которой зависит от емкости станции. Если абонентов меньше 100, то нумерация в зависимости от типа применяемого оборудования может быть двух- или трехзначной; при количестве абонентов до 1000 — нумерация трехзначная; при емкости станции свыше 1000 номеров — четырехзначная.

Структурная схема декадно-шаговой АТС, предназначенной только для внутренней связи, емкостью 200 номеров приведена на рис. 5.1. Из схемы видно, что коммутационными устройствами станции являются: предыскатели *ПИ*, первые групповые искатели *IГИ* и линейные искатели *ЛИ*. Каждая ступень искания выполняет свои специфические функции и имеет свои особенности.

Ступень предыскания предназначена для подключения вызывающего абонента к станции и отыскания свободного выхода к последующей ступени искания, т. е. к *IГИ*. Каждому абоненту соответствует свой комплект *ПИ*. Приборы *IГИ* и *ЛИ* используются *коллективно*, т. е. они не жестко соединены с определенным абонентом, как *ПИ*, а обслуживают телефонные вызовы по мере их поступления, так как в каждый момент времени вызов производят далеко не все включенные в станцию абоненты. Количество комплектов *IГИ* и *ЛИ* во много раз меньше числа абонентов и определяется расчетом на основании вероятности появления одновременно нескольких вызовов (см. разд. 5.4). Естественно, что коллективное использование основного коммутационного оборудования позволяет резко сократить его объем, а следовательно, и стоимость станции.

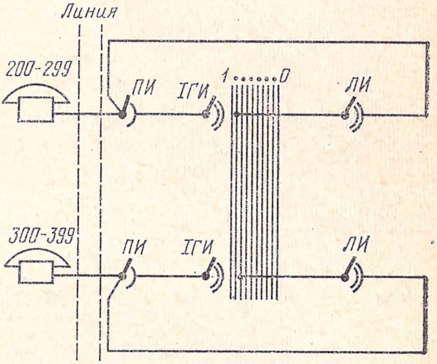

Линия
200-299
ПИ
IГИ
1......0
ЛИ
300-399
ПИ
IГИ
ЛИ

Рис. 5.1. Структурная схема АТС декадно-шаговой системы емкостью 200 номеров без внешней связи

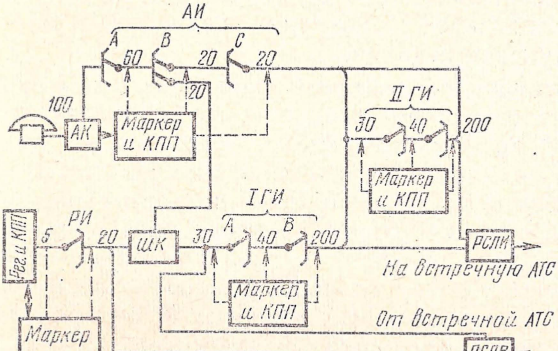

АИ
A
B
C
60
20
20
20
100
АК
Маркер и КПП
II ГИ
30
40
200
Маркер и КПП
IГИ
A
B
Рег. и КПП
РИ
5
20
ЩК
30
40
200
РСЛИ
На встречную АТС
Маркер и КПП
От встречной АТС
Маркер
РСЛВ

Рис. 5.2. Структурная схема координатной АТС К-100/2000

Изображенная на рис. 5.1 структурная схема АТС не имеет выхода на другие телефонные станции. Такие АТС, называемые «закрытыми», иногда встречаются на практике: когда очень велико ограничение внешней связи или когда нет других телефонных станций. В первом случае связь с городской телефонной станцией обеспечивается путем установки на предприятии необходимого количества телефонов, включаемых непосредственно в ГАТС.

Структурная схема координатной станции типа АТС К-100/2000 приведена на рис. 5.2. Основным коммутационным прибором координатной АТС является координатный соединитель *МКС*, который по сравнению с декадно-шаговыми искателями имеет следующие преимущества: большее быстродействие, высокое качество контактов в разговорных цепях и высокую надежность действия, обусловленную отсутствием износа за счет движения достаточно больших масс на заметные расстояния. С целью более эффективного использования коммутационных возможностей координатные соединители на каждой ступени искания включаются последовательно друг за другом, образуя двух- или трехзвеньевые схемы.

Из приведенной на рис. 5.2 структурной схемы видно, что АТС К-100/2000 имеет ступень абонентского искания *АИ*, состоящую из трех звеньев (*А*, *В*, *С*) *МКС*, и две ступени группового искания, каждая из которых состоит из двух звеньев (*А*, *В*) *МКС*. На той и другой ступенях искания содержится маркер, который, реализуя обходной принцип установления соединений, реагирует на поступающий на вход обслуживаемой им ступени искания вызов, отыскивает свободный путь к последующей ступени искания и устанавливает соединение между занятым входом и выбранным выходом путем воздействия на работу *МКС* всех звеньев, образующих данную ступень искания. При вынужденном искании информация, определяющая направление установления соединения, получается из регистра, который фиксирует набранные абонентом знаки номера и выдает их по мере установления соединения в маркеры соответствующих ступеней искания.

При внутреннем соединении абонентский комплект вызывающего абонента при снятии им микротелефонной трубки опознается маркером ступени *АИ*, который отыскивает свободный путь между звеньями *А* и *В* и подключает его к свободному в этот момент шнуровому комплекту *ШК*. Занятый *ШК* опознается маркером ступени регистрового искания *РИ*, осуществляющим подключение *ШК* к регистру. Абонент получает сигнал *Ответа станции* и набирает номер, все цифры которого фиксируются регистром. По окончании набора номера в маркер ступени *IГИ* быстродействующим кодом передается информация из регистра. Получив эту информацию, маркер определяет необходимость установления внутреннего соединения и отыскивает свободную линию между ступенью *IГИ* и требуемой абонентской группой. В зависимости от емкости станции эта линия может находиться либо между ступенью *IГИ* и ступенью *АИ*, либо между ступенями *ГИ*. После этого маркер *IГИ* соединяет шнуровой комплект с выбранной линией. Работа *IIГИ* аналогична работе *IГИ*.

Маркер *АИ* опознает вход, занятый для соединения, принимает из регистра информацию о номере вызываемого абонента, выбирает свободные и доступные пути к вызываемому абоненту между звеньями *А* и *В*, *В* и *С*, опробывает абонентский комплект на занятость и устанавливает соединение.

Шнуровой комплект обеспечивает посылку вызова вызываемому абоненту и контроль посылки вызова вызывающему абоненту, а также фиксирует ответ вызываемого абонента.

Структурная схема УПАТС квазиэлектронной системы приведена на рис. 5.3. В состав станции входят: абонентские комплекты *АК* (по числу включаемых на АТС линий), коммутационная

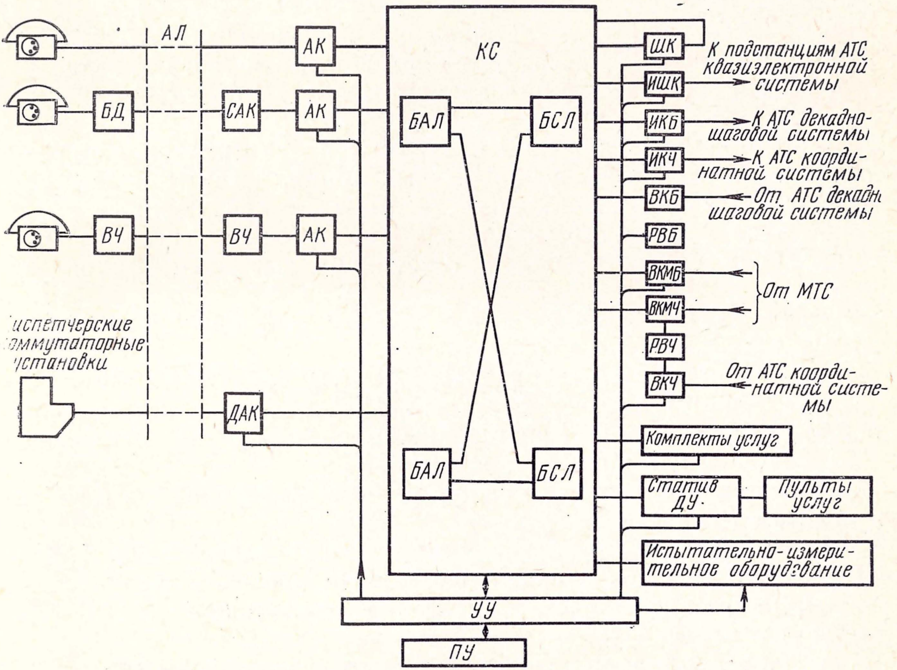

АЛ
БД
САК
АК
АК
АК
ВЧ
ВЧ
испетчерские
оммутаторные
установки
ДАК
КС
БАЛ
БСЛ
БАЛ
БСЛ
ШК
ИШК
К подстанциям АТС квазиэлектронной системы
ИКБ
К АТС декадно-шаговой системы
ИКЧ
К АТС координатной системы
ВКБ
От АТС декадн шаговой системы
РВБ
ВКМБ
ВКМЧ
От МТС
РВЧ
ВКЧ
От АТС координатной системы
Комплекты услуг
Статив ДУ
Пульты услуг
Испытательно-измерительное оборудование
УУ
ПУ

Рис. 5.3. Структурная схема УПАТС КЭ:
БД — дополнительный блок; *ВЧ* — аппаратура уплотнения абонентских линий; *АК* — абонентский комплект; *САК* — комплект спаренных абонентских линий; *ДАК* — абонентский комплект для включения диспетчерских и директорских коммутаторных установок; *КС* — коммутационная система; *БАЛ* — блок абонентских линий; *БСЛ* — блок *СЛ*; *УУ* — управляющее устройство; *ПУ* — программное устройство; *ШК* — шнуровой комплект; *ИШК* — исходящий шнуровой комплект; *ИКБ, ВКБ* — исходящий и входящий шнуровые комплекты с батарейными импульсами для связи с АТС декадно-шаговой системы: *ИКЧ, ВКЧ* — исходящий и входящий шнуровые комплекты с частотными импульсами для связи с АТСК; *РВБ, РВЧ* — входящие регистры с батарейными и частотными импульсами; *ВКМБ, ВКМЧ* — входящие шнуровые комплекты междугородной связи с батарейными и частотными импульсами; *ДУ* — дополнительные услуги

система *КС*, управляющее устройство *УУ*, блок включения коммутационной системы *БВКС*, программное устройство *ПУ*, комплекты соединительных линий, регистры, шнуровые комплекты, статив дополнительных услуг и др. Абонентский комплект *АК* согласует абонентскую линию с устройством станции и выполняет следующие функции:

— принимает сигнал вызова от абонента (при исходящей связи) или сигнал *Проба занятости* от маркера (при входящей связи);

— формирует сигнал отметки занятости с момента подключения к *ШК* до момента, когда микротелефонная трубка положена на рычаг;

— запоминает отметку занятости после автоматического отбоя станционных приборов при непроизводительном занятии станции (длительное занятие станции без набора номера, короткое замыкание и т. д.);

— отключает схему *АК* от линии при повышенных требованиях к рабочему затуханию и симметричности разговорного тракта.

Схема *АК* построена на элементах *И—ИЛИ—НЕ* и схеме *«Запрет»*.

Коммутационная система *КС* станции предназначена для соединения абонентских и соединительных линий, а также подключения различных вспомогательных устройств, требующихся при установлении соединения, например, приемников сигналов, источников служебных сигналов, источников вызываемого тока и других.

В состав УПАТС КЭ входят следующие комплекты соединительных линий:

— исходящий комплект батарейный *ИКБ*, трехпроводный;

— исходящий комплект частотный *ИКЧ* для связи по каналам аппаратуры уплотнения с выделенными сигнальными каналами;

— входящий комплект батарейный *ВКБ*;

— входящие комплекты междугородные, батарейный *ВКМБ* и частотный *ВКМЧ*.

Исходящий комплект батарейный, трехпроводный служит для установления исходящей связи батарейным способом по соединительным линиям к городским АТС и к однотипным УАТС КЭ. Комплект обеспечивает:

— питание микрофона аппарата вызывающего абонента;

— трансляцию сигнала набора номера;

— контроль соединительных линий и входящих комплектов встречной станции;

— трансляцию информации АОН по соединительным линиям многочастотным кодом «2 из 6»;

— выдачу сигнала о состоянии *ИКБ* в управляющее устройство по проводу *к*;

— выдачу информации в аппаратуру учета телефонной нагрузки АУТН;

— односторонний или двусторонний отбой.

Функции остальных комплектов соединительных линий аналогичны.

Основными блоками УПАТС являются регистры следующих типов:

— регистр абонентский батарейный *РАБ*;

— регистр входящий батарейный *РВБ*;

— регистр входящий частотный *РВЧ*;

— регистр услуг батарейный *РУБ*.

При внутристанционной и всех видах исходящей связи регистр подключается к *АК* управляющим устройством через коммутационное поле, а при входящей связи подключение регистра в *ВК* осуществляется через подключающий комплект входящих регистров.

Регистр выполняет следующие функции:

— принимает и фиксирует четырехзначный номер *АК* вызываемого абонента или однозначный номер — индекс исходящей связи 9;

— фиксирует четырехзначный номер *АК* вызывающего абонента;

— выдает накопленную информацию в *УУ*;

— принимает все отбойные сигналы.

Установление разговора между абонентами УАТС осуществляется с помощью шнурового комплекта *ШК*, который предназначен для:

— обеспечения питания микрофонов аппаратов вызывающего и вызываемого абонентов;

— удержания по проводам *с* установленного соединения и выдачи сигнала отбоя;

— обеспечения одностороннего отбоя;

— подачи сигналов вызова и контроля посылки вызова;

— выдачи сигнала в *УУ* о состоянии *ШК* по проводам *к* и *b*;

— выдачи сигнала в АУТН.

Перечисленные комплекты построены на полупроводниках и транзисторах, что обеспечивает быстродействие комплектов при установлении соединений.

Коммутационное поле УПАТС КЭ состоит из блоков:

БАЛ — блок абонентских линий;
БСЛ — блок соединительных линий;
БЕ — блок смешивающей ступени (для входящей связи).

Связь между БАЛ, БСЛ и БЕ осуществляется с помощью промежуточных путей, не оборудованных комплектами, по принципу каждый БАЛ с каждым БСЛ, каждый БСЛ с каждым БЕ; при изменении емкости меняется и включение промежуточных путей.

Блок абонентских линий построен по двухзвеньевой схеме с параметрами $256\times128\times64$. Звено *А* содержит 26 коммутаторов 16×8, а звено *В* содержит восемь коммутаторов 16×8. Соединение между звеньями односвязное.

Блок соединительных линий БСЛ построен по двухзвеньевой схеме с параметрами $128\times128\times128$. Звено *С* содержит 16 коммутаторов 8×8. Звено *D* содержит восемь коммутаторов 16×16. Звено *Е* оформлено конструктивно в виде блока, содержащего восемь коммутаторов 8×8. В качестве коммутирующего элемента применяется быстродействующее реле с электрическим удержанием (три герметизированных контакта и один диод). Выходы коммутаторов звена *D* соединены в группы для подключения комплектов одинакового направления.

Блок соединительных линий имеет восемь направлений по восемь выходов. При необходимости можно образовать направления по 32 выхода, по 16 выходов путем объединения четырех или двух направлений по восемь выходов. Структурная схема коммутационного поля предусматривает подключение абонентских регистров, исходящих комплектов или шнуровых комплектов к линии вызывающего абонента через четыре звена, а входящего комплекта соединительных линий или входящего шнурового комплекта ШКВ к линии вызываемого абонента через пять звеньев соединения. В звене *D* происходит объединение исходящей и входящей нагрузок.

При установлении внутренней связи на АТС квазиэлектронной системы после того, как абонент снимет трубку, из *АР* поступает зуммер *Ответ станции.* Абонент набирает четырехзначный номер линии вызываемого абонента УПАТС, который фиксируется в *АР*. Затем подключается маркер *АР* и соединение между *АР* и *АК* нарушается.

Программное устройство *ПУ* считывает информацию в счетные схемы БВКС. После проверки свободности вызываемого абонента к его *АК* с помощью герконовых реле подключается свободный шнуровой комплект *ШК*. Из *ШК* в *АК* подается сигнал посылки вызова абонента. Установив соединение, маркер и *АР* освобождаются, возвращаясь в исходное состояние.

В случае занятости вызываемого абонента, отсутствия свободных шнуровых комплектов или соединительных путей между *АК* и *ШК* отыскивается свободный соединительный путь между *АК* вызывающего абонента и *АР*, после чего из *АР* в *ВК* выдается сигнал блокировки. Затем *АР* и маркер освобождаются, а вызывающему абоненту из *АК* подается зуммер *Занято*.

Схема установления внутреннего соединения показана рис. 5.4.

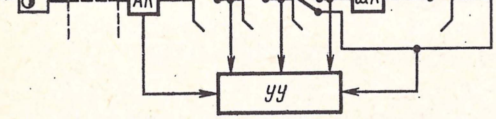


Рис. 5.4. Схема внутренней связи УПАТС КЭ

В качестве управляющего устройства используется маркер. Порядок работы отдельных блоков маркера определяется программным устройством, работающим по заранее заданной программе. Для построения блоков маркера УАТС КЭ используются элементарные логические элементы, выполненные на транзисторах, полупроводниковых диодах, резисторах и конденсаторах. Абонентский определитель, входящий в состав маркера, содержит схемы совпадения *И* и собирательные схемы *ИЛИ*. Число схем *И* равно числу абонентских линий ПАТС.

В состав блока маркера входят также:

— определитель промежуточных линий между звеньями *A* и *B*, *B* и *C*;

— определитель промежуточных линий между звеньями *C* и *D*;

— определитель абонентских регистров;

— определитель входящих регистров.

Для управления определителями и схемами включения герконовых реле используется блок БВКС. Он является оперативным запоминающим устройством, в котором хранится информация, необходимая для установления данного соединения. Элементы памяти выполнены на триггерах.

Для обеспечения работы блоков маркера в заданной последовательности предназначено программное устройство *ПУ*. Последовательность работы блока маркера может быть записана в виде совокупности некоторых операций (команд), выполняемых в определенном порядке. Важной частью программного устройства является шифратор команд, который распределяет выдаваемые команды между блоками маркера, а также управляет схемами самого программного устройства.

Связь ПАТС с ГТС

Как указывалось выше, на производственных телефонных станциях не все абоненты имеют право связи с городской телефонной сетью. Ограничение исходящей внешней связи может быть осуществлено либо индивидуально, либо для группы абонентов, обычно кратной 100.

При индивидуальном ограничении абонентов на декадно-шаговых станциях устанавливаются специальные комплекты приборов — *ПИО, IГИО*. При групповом ограничении используются обычные коммутирующие приборы, но для ограничиваемой группы не задействуется декада, соответствующая выходному индексу на ГТС. В обоих случаях при наборе абонентом, лишенным права исходящей внешней связи, выходного индекса на ГТС он получит сигнал *Занято*.

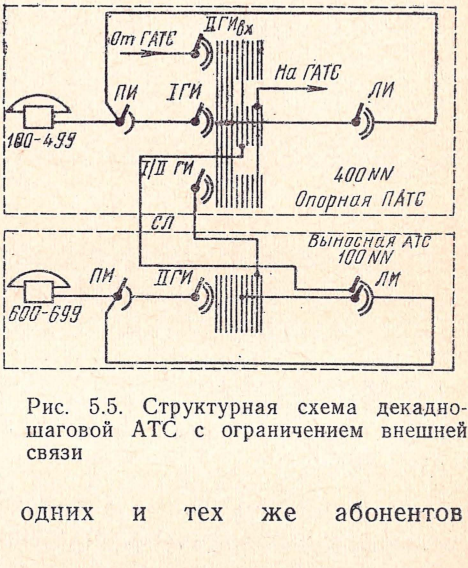


Рис. 5.5. Структурная схема декадно-шаговой АТС с ограничением внешней связи

Ограничение входящей связи осуществляется для групп абонентов, кратных 100. Обычно входящая и исходящая связь ограничивается для одних и тех же абонентов (рис. 5.5).

Для выхода на городскую телефонную сеть выделяется одна декада поля *IГИ*. Как правило, это девятая декада, хотя в практике встречаются случаи, когда для связи с ГТС используются нулевая и другие декады.

На ближайшей ГАТС, куда на правах коммутаторной установки включается производственная АТС, для обеспечения внешней связи этой станции задействуются либо абонентские комплекты, число которых равно числу исходящих соединительных линий, либо такое же число комплектов, называемых *I/IIГИ* (по конструкции — *II/IVГИ*, по месту в схеме — *IГИ*). В первом случае абоненты ПАТС дважды получают зуммер *Ответ станции*, а во втором случае только один раз (из комплекта *IГИ* своей станции) при снятии трубки. В обоих случаях после набора цифры, определяющей выход на ГТС, абоненты ПАТС становятся как бы равноправными абонентами ГТС и могут набирать обычный городской номер.

Входящая связь от ГТС к ПАТС в зависимости от емкости последней, загрузки ГТС и ряда других факторов может осуществляться несколькими способами: через коммутаторные узлы; на правах вынесенной тысячи абонентов; на правах вынесенной сотни абонентов; через приборы *ЛИУ* ГАТС и через передаточный стол ПАТС.

Различные схемы рассматриваемой связи представлены на рис. 5.6. Коммутаторные узлы организуются на районированных сетях, где имеется большое количество производственных и учрежденческих телефонных станций. При этом целесообразно на

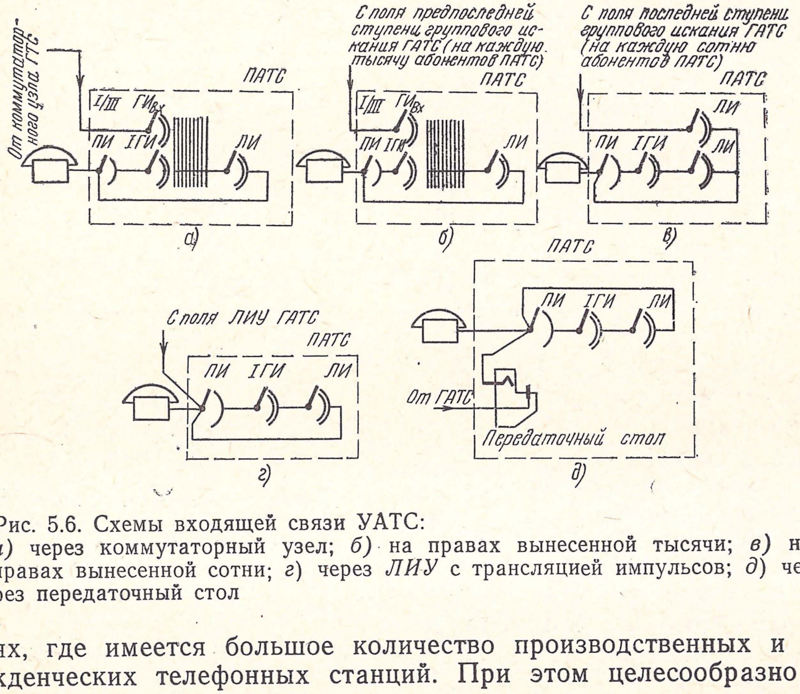

От коммутаторного узла ГТС
ПАТС
I/III ГИвх
ПИ
IГИ
ЛИ
а)
С поля предпоследней ступени группового искания ГАТС (на каждую тысячу абонентов ПАТС)
ПАТС
I/III ГИвх
ПИ
IГИ
ЛИ
б)
С поля последней ступени группового искания ГАТС (на каждую сотню абонентов ПАТС)
ПАТС
ЛИ
ПИ
IГИ
ЛИ
в)
С поля ЛИУ ГАТС
ПАТС
ПИ
IГИ
ЛИ
г)
ПАТС
ЛИ
IГИ
ЛИ
От ГАТС
Передаточный стол
д)

Рис. 5.6. Схемы входящей связи УАТС:
а) через коммутаторный узел; *б*) на правах вынесенной тысячи; *в*) на правах вынесенной сотни; *г*) через *ЛИУ* с трансляцией импульсов; *д*) через передаточный стол

одной городской АТС разместить общее коммутационное оборудование всех коммутаторных установок *КУ*, включив их в единую нумерацию сети, для чего от всех ГАТС прокладываются соединительные линии ко входу оборудования узла, а в поле этого оборудования включаются соединительные линии к *КУ*.

В зависимости от количества и емкости *КУ*, а также особенностей ГТС коммутаторный узел может организовываться на базе либо *IГИ* или *IIГИ* (на правах районной АТС), либо *IIIГИ* или *IVГИ* (тысячные и сотенные пучки соединительных линий к абонентам производственных станций). На практике наиболее часто встречаются схемы включения производственных телефонных станций в ближайшую ГАТС как вынос последней емкостью 1000 или 100 номеров. При этом, если емкость ПАТС больше одной сотни или одной тысячи номеров, то число пучков соединительных линий равно числу сотен или тысяч абонентов ПАТС.

При невозможности обеспечения для абонентов какой-нибудь ПАТС общей нумерации ГТС соединительные линии к ней включаются: на стороне ГАТС в поле *ЛИУ*, транслирующих импульсы набора номера, а на стороне ПАТС в абонентские комплекты. В данном случае после набора обычного абонентского номера к вызывающему абоненту снова поступает зуммер *Ответ станции*, и он дополнительно набирает цифры внутреннего номера ПАТС.

АТС координатной системы могут совместно работать с любыми типами встречных станций. Сигналы взаимодействия между станциями типа АТСК передаются многочастотным кодом, а между АТСК и встречными станциями декадно-шаговой и машинной систем — батарейными (декадными) импульсами. При этом на АТСК устанавливается абонентский регистр с датчиком батарейных импульсов АРБ.

Для сокращения времени установления соединения с декадно-шаговыми и машинными станциями на АТСК предусмотрено применение анализатора кода станции АКС, который по двум или трем первым цифрам номера определяет направление связи. Если первые цифры набираемого номера показывают, что связь будет устанавливаться внутри станции или с однотипной АТСК, то АКС немедленно отключается, не передавая в регистр никакой информации. В этом случае АРБ начнет устанавливать соединение только после фиксации всего номера. Если первые цифры набираемого номера показывают направление соединения со встречной станцией иной системы, то АКС передает в АРБ сигнал, по которому начинается процесс установления соединения еще до окончания набора номера.

На сетях с пятизначной системой нумерации АКС не используется, так как в данном случае направление соединения определяется по первому знаку номера, который анализируется непосредственно в самом АРБ.

Сигналы управления и взаимодействия между однотипными станциями типа АТС К-100/2000 могут передаваться:

— индуктивными или тональными импульсами при связи соответственно по физическим или уплотненным цепям с помощью универсальных комплектов *РСЛИ-И* и *РСЛВ-И*;

— полярными импульсами при связи по физическим цепям с помощью комплектов *РСЛИ-П/Б* для исходящей и *РСЛВ-П* для входящей связи. В этом случае процессом установления соединения управляет регистр встречной станции. Поэтому комплекты *РСЛВ-П* не требуют подключения регистра и не включаются на входы ступени *РИ*.

При использовании полярного кода по проводам *a* и *b* передаются серии импульсов (не более пяти), причем при передаче каждого импульса на один провод подается «+», а на другой — «—». Передача каждого последующего импульса осуществляется переполюсовкой проводов. Цифрам «5» и «0» соответствует один импульс (∓ и ±), цифрам «1» и «6» — серии из пяти импульсов ∓ ± ∓ ± ∓ и ± ∓ ± ∓ ±. Все прочие цифры кодируются по этому принципу. Таким образом, полярный код может обеспечить передачу десяти различных цифр.

Для других сигналов управления в АТС К-100/2000 используются те же комбинации импульсов. Например, сигналы управления *Абонент недоступен*, *Абонент занят*, *Абонент свободен* аналогичны передаче цифр «2», «3», «4»; сигнал управления *Передать следующую цифру батарейными импульсами* соответствует передаче цифры «8» и т. д.

Передача сигналов управления и взаимодействия между АТС К-100/2000 и городскими АТС декадно-шаговой системы типа АТС-47 и АТС-54, а также УАТС-49 может осуществляться:

— индуктивными или тональными импульсами при связи соответственно по физическим или уплотненным цепям с помощью универсальных комплектов *РСЛИ-И* и *РСЛВ-И*. На встречной АТС при этом устанавливается статив *РСЛ* для сельской связи с двусторонними комплектами, которые включаются в *АК* и в многократное поле требуемой ступени *ГИ*;

— батарейными импульсами при связи по физическим цепям с помощью комплектов *РСЛИ-П/Б* для исходящей и комплектов *РСЛВ-Б* для входящей связи. На встречной АТС в данном случае устанавливается статив *РСЛК-К* с комплектами *РСЛВ-АТС-47* для входящей связи, включаемыми в приборы ступени *ГИ*, и комплектами *РСЛИ-АТС-47* для исходящей связи, включаемыми в многократное поле стативов *ГИ*.

При использовании уплотненных цепей в комплектах *РСЛИ-И* и *РСЛВ-И* следует произвести соответствующие перепайки.

Установление исходящего соединения от абонентов УПАТС КЭ к абонентам городской АТС происходит следующим образом. При снятии абонентом микротелефонной трубки определитель абонентского комплекта *АК* отыскивает его линию, а программное устройство *ПУ* определяет свободный абонентский регистр *АР*; абоненту поступает сигнал готовности станции. Абонент УАТС набирает цифру «9» — индекс выхода на АТС городской телефонной сети. Зафиксировав эту цифру, *АР* выдает в определитель сигнал окончания набора номера при условии, что данный абонент имеет право выхода на городскую сеть. Если маркер не занят установлением соединения, то он подключается к регистру по окончании набора номера и выдает сигнал, по которому нарушается соединение между *АР* и *АК*, а номер *АР* запоминается в блоке выдачи координатных сигналов БВКС.

Программное устройство *ПУ*, получив сигнал о том, что соединение исходящее, проверяет наличие свободных *ИКСЛ* (исходящий комплект соединительных линий) и соединительных путей между *ИКСЛ* и *АК* вызывающего абонента, после чего в определители выдается команда на отыскание свободных комплектов *ИКСЛ* и промежуточных линий между звеньями. Затем подается команда на включение герконовых реле, которые подключают свободный *ИКСЛ* по свободному соединительному пути к *АК* вызывающего абонента. Схема исходящей связи УПАТС КЭ представлена на рис. 5.7.

При установлении входящего соединения на УПАТС КЭ к комплекту *ВКСЛ* подключается входящий регистр *ВР*, в котором фиксируются три цифры номера линии вызываемого абонента. Если маркер не занят установлением соединения, то он подключается к *ВР*. Если абонент свободен, то *АК* подключается к *ВКСЛ* с помощью герконовых реле. Маркер и *ВР* после этого освобождаются. Если линия вызываемого абонента занята, маркер определяет вид устанавливаемого входящего соединения.

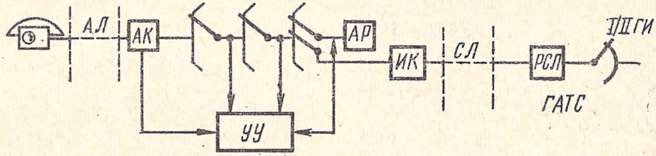


Рис. 5.7. Схема исходящей связи УПАТС КЭ

Связь ПАТС с МТС

Исходящая связь от ПАТС к междугородной телефонной станции осуществляется через городскую телефонную сеть: при ручной эксплуатации междугородной связи заказы от абонентов ПАТС поступают на стол заказов МТС после набора выходного индекса на ГТС, а затем номера 07; при полноавтоматической связи соединение устанавливается после последовательного набора выходных индексов на ГТС и МТС, а затем номера вызываемого абонента, состоящего из номера города и номера самого абонента.

Входящая связь от МТС к ПАТС также, как правило, осуществляется через городскую сеть либо полноавтоматически, либо через передаточный стол, устанавливаемый на ПАТС. В первом случае для связи МТС с ПАТС выделяется специальный шнур, получивший название междугородного и состоящий из соответствующих приборов *ГИМ*, *ЛИМ* и соединительных линий. Схема включения этих приборов и линий на ГТС и ПАТС повторяет схему включения приборов городской связи, чем обеспечивается единая нумерация для городской и междугородной связи (см. рис. 5.5).

Связь ПАТС между собой

В тех случаях, когда одно предприятие содержит ряд телефонных станций или когда имеется ряд тяготеющих друг к другу предприятий, связь между ними может быть организована двумя способами: через городскую телефонную сеть или путем создания так называемых «поперечных» связей (рис. 5.8).

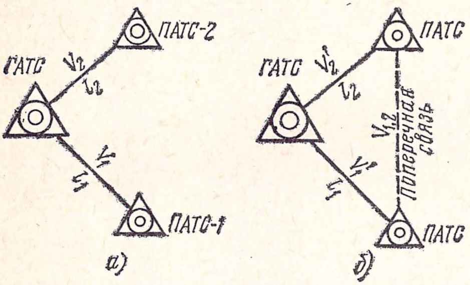
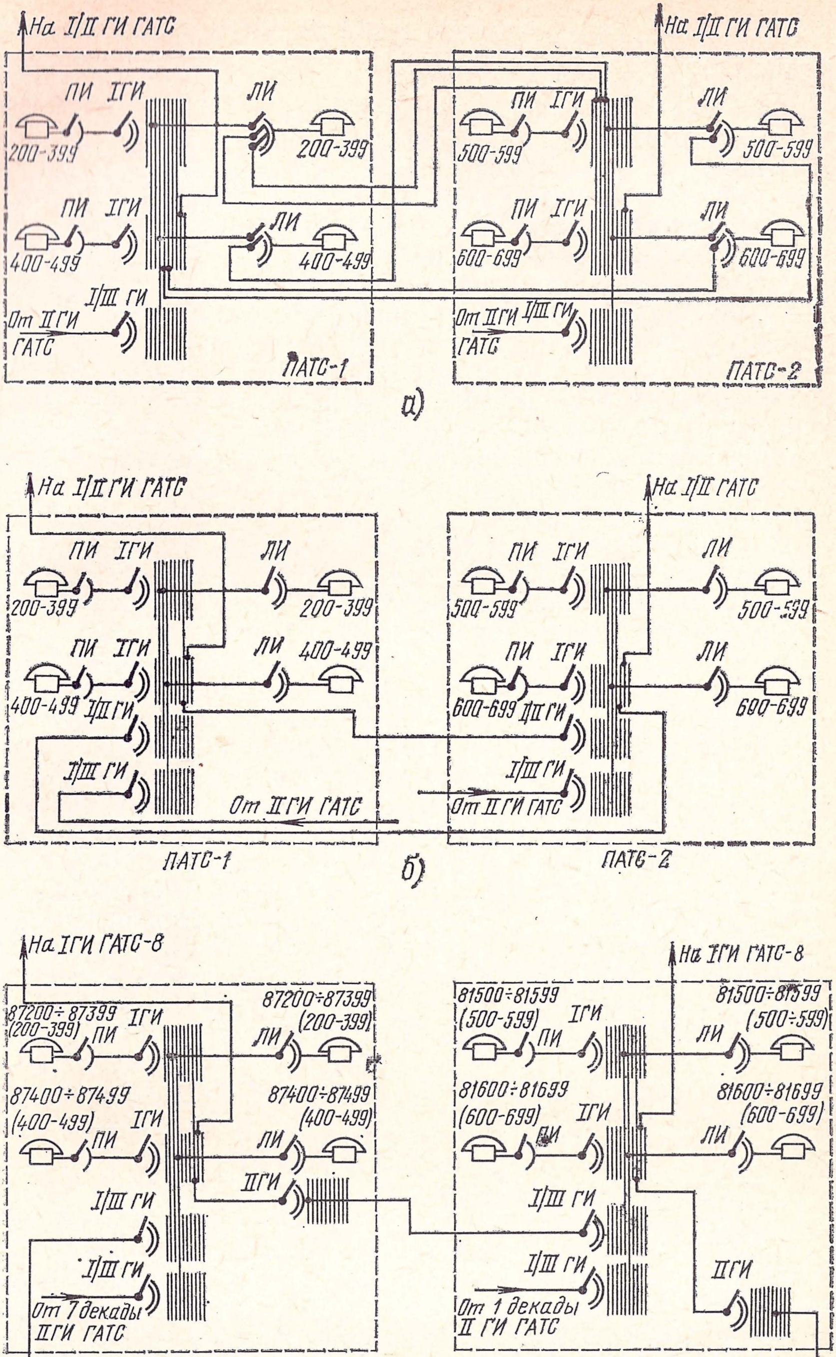


Рис. 5.8. Схема межстанционной связи производственных АТС:
а) через ГТС; *б)* по «поперечным» связям

При организации связи через ГТС каждая ПАТС имеет только один пучок соединительных линий на ближайшую городскую станцию. Однако этот способ связан с тем, что при большом технологическом тяготении производственных станций между собой приходится отказываться от ограничения внешней связи для абонентов ПАТС или значительно уменьшать степень этого ограничения. Если тяготеющие производственные станции связаны между собой непосредственно по «поперечным» связям, то связь абонентов ПАТС с городской телефонной связью может быть ограничена в требуемом объеме, но при этом появляются дополнительные пучки соединительных линий и станционные устройства.

Выбор той или иной схемы организации связи данной ПАТС с другими станциями промышленных предприятий осуществляется в первую очередь на основании изучения производственной необходимости, выражающейся в бо́льшей или ме́ньшей степени

Рис. 5.9. Структурные схемы связи между производственными АТС: →
а) при объединении их электрически в одну станцию; *б)* при введении дополнительного знака; *в)* при увеличении значности номера для внешней связи


На I/II ГИ ГАТС
ПИ
IГИ
ЛИ
200-399
400-499
I/III ГИ
От II ГИ ГАТС
ПАТС-1
500-599
600-699
ПАТС-2
а)
На I/II ГИ ГАТС
На I/II ГАТС
ПИ
IГИ
ЛИ
200-399
400-499
I/II ГИ
I/III ГИ
От II ГИ ГАТС
500-599
600-699
ПАТС-1
ПАТС-2
б)
На IГИ ГАТС-8
87200÷87399
(200-399)
87400÷87499
(400-499)
ПИ
IГИ
ЛИ
IIГИ
I/III ГИ
От 7 декады
IIГИ ГАТС
81500÷81599
(500-599)
(500÷599)
81600÷81699
(600-699)
От 1 декады
II ГИ ГАТС
ПАТС-1
ПАТС-2
в)

тяготения ПАТС друг к другу, а также технико-экономических расчетов. Решение этого вопроса подлежит согласованию с органами министерства связи.

При организации «поперечных» связей важным моментом является выбор схемы связи производственных станций между собой. Возможны различные варианты таких схем. Примеры наиболее распространенных из них показаны на рис. 5.9. Критериями оценки этих схем служат минимум затрат на станционные и линейные устройства, а также обеспечение единой нумерации. На рис. 5.9*а* производственные станции представляют электрически одну станцию, имеют единую нумерацию, но требуют большого количества пучков соединительных линий. В схеме на рис. 5.9*б* количество пучков соединительных линий сведено к минимуму, но за счет введения дополнительного знака при вызове абонентами станций друг друга. Минимум пучков соединительных линий при единой нумерации может быть достигнут увеличением значности номера, например, при доведении его до значности городской нумерации. Такая схема показана на рис. 5.9*в*. Абоненты внутри станции имеют сокращенную нумерацию, а для внешней связи добавляется количество знаков, уравнивающее городскую и межстанционную производственную нумерацию. Кроме того, остается дополнительный знак для выхода каждой ПАТС на ГТС. Нетрудно видеть, что приведенная схема связана с повышенным расходом станционного оборудования.

При выборе того или иного способа связи необходимо учитывать развитие ГТС.

Выносные производственные станции обычно включаются в опорные ПАТС как вынесенные сотни. Исходящая связь с опорной ПАТС и с городской телефонной сетью осуществляется либо непосредственно, либо с дополнительным и двойным набором номера (рис. 5.10).

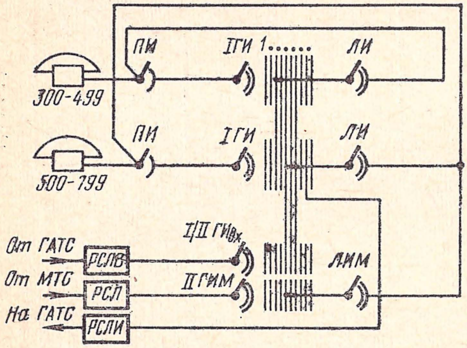


Рис. 5.10. Пример включения выносной производственной станции в опорную ПАТС

Связь со спецслужбами

Характер производственной деятельности отдельных предприятий требует наличия специальных служб: пожарной охраны предприятия, горноспасательного отряда, охраны территории и т. д. Иногда к специальным службам предприятия относят и диспетчерские установки комбината (завода, фабрики, шахты), а также различные вспомогательные службы, например справочное бюро ПАТС. Вызов этих служб производится сокращенным набором номера, т. е. таким же образом, как это делается на городских телефонных сетях. Нумерация специальных служб предприятия может быть двух-, трех- или четырехзначной в зависимости от местных условий. Для некоторых особо важных служб может использоваться и однозначная нумерация.

На специальные службы города абоненты предприятия могут выходить путем набора выходного индекса ГТС (9) и номера соответствующей службы (01—09).

Виды дополнительных услуг на УПАТС КЭ

Абонентам, включенным в УПАТС КЭ с записанной программой, могут быть предоставлены следующие виды дополнительных услуг:

1. Сокращенный набор (СН). Для часто вызываемых номеров абонентов предусматривается возможность набора сокращенного кодового номера. Это сокращает время, затрачиваемое абонентами на набор полного номера. Для абонентов, которые пользуются этой услугой, составляется список абонентских номеров с сокращенными кодами. Список сокращенных абонентских номеров записывается в «память» станции.

2. Приоритет (П). Абонентские линии могут быть сгруппированы по различным приоритетным классам. Приоритетный вызов к занятому абоненту устанавливается, если существующее соединение не имеет такой же или высший приоритет, чем устанавливаемое соединение. Приоритетные вызовы могут в случае необходимости прерывать неприоритетные соединения, если нет свободных доступных линий.

3. Повторный вызов при занятости (ПВ). В этом случае, если вызываемый абонент занят, вызывающий абонент набором специальной цифры может присоединиться к вызываемому абоненту сразу же после его освобождения.

4. Наведение справки во время разговора. На УПАТС при входящем местном или междугородном соединении некоторые вызываемые абоненты имеют возможность наведения справки у третьего абонента. Те абоненты, которым дается такое право, должны иметь специальный телефонный аппарат с кнопкой и устройством посылки сигнала на АТС. Нажатием кнопки второй абонент подключается к станции, устанавливает соединение с третьим абонентом, наводит справку и нажатием кнопки снова возвращается к вызывающему абоненту. В случае передачи соединения другому абоненту один из абонентов вешает трубку и этим вызывает проключение двух других абонентов. Справочное соединение и передача соединения другому абоненту осуществляются с помощью комплекта наведения справки во время разговора (НСР).

5. Конференцсвязь. Конференцсвязь с помощью комплекта КС может быть организована между тремя или более абонентами на-

бором специального кода, а затем номеров требуемых абонентов. Когда любой из участников повесит трубку, конференцсвязь сбрасывается.

6. Перевод входящих вызовов на другой номер. Перевод входящих вызовов на другой номер осуществляется комплектом передачи входящих вызовов (ПВВ). Абонент все входящие вызовы передает на другой телефонный аппарат путем набора кода услуги, а затем номера телефонного аппарата, на который следует переключить соединение. Передача может быть осуществлена только со своего телефонного аппарата. При отмене передачи соединения сначала нужно набрать код для прекращения услуги, а затем номер, с которого производилась передача (своего телефонного аппарата или того аппарата, на который была осуществлена передача).

7. Автоматическая передача вызовов при занятости или отсутствии абонента. Если абонент занят или не отвечает, то поступающий к нему вызов автоматически переключается на другие абонентские линии по заранее составленному списку, включающему до пяти номеров. Эта услуга осуществляется при помощи комплекта автоматической передачи вызова *АПВ*.

8. Подключение к комплекту диктофона. Право записи на диктофоне (магнитофоне) имеет только определенная часть привилегированных абонентов, а право прослушивания — все привилегированные абоненты. Подключение абонента к диктофону производится после набора однозначного индекса через пульт *ДФ*.

9. Авторапорт (автоинформатор). Эта услуга обеспечивает абоненту получение полной информации о состоянии проведенных работ в определенное время, например о количественной отгрузке продукции по состоянию на 10 ч дня и другие.

Услуга предоставляется абоненту путем набора определенного кода и подключения к воспроизводящему устройству (к магнитофону) через пульт *АР*.

10. Перевод вызовов на автоответчик. При переводе вызовов на автоответчик абонент может прослушать свое сообщение и произвести стирание ранее сделанной записи. Эта услуга осуществляется с помощью пульта *АО* через статив дополнительных услуг.

11. Автоматическое подключение к механическому голосу при наборе незадействованных номеров. Если абонент набирает незадействованный номер или номер, который снят с обслуживания, то получает информацию об этом с помощью механического голоса. Механический голос воспроизводит ряд стандартных фраз и подключается через пульт *МГ* к стативу дополнительных услуг.

12. Радиотелефонная связь. Организация радиотелефонной связи между радиоабонентами УКВ радиосетей и абонентами телефонной сети производится через пульты радиосвязи *РС1* и *РС2* и статива *ДУ* с применением комплектов одностороннего и двустороннего действия.

Радиотелефонная сеть предназначена для связи с подвижными объектами.

13. Распорядительно-поисковая связь. Этот вид связи предоставляется ограниченному числу абонентов и осуществляется набором кода услуги. Через статив *ДУ* и пульты *ПС* абонент выходит на коммутируемую сеть производственной распорядительно-поисковой связи и производит выбор фидера.

14. Громкоговорящая связь. Этот вид связи предоставляется абонентам УАТС и может осуществляться путем набора кода услуги. Через статив *ДУ* и пульт *ГС* абонент УАТС может связаться с абонентами производственной двусторонней громкоговорящей связи.

15. Передача информации на вычислительный центр. На базе квазиэлектронной АТС возможно создание коммутируемой сети передачи данных на вычислительный центр предприятия. Эта передача будет осуществляться набором соответствующего кода и номера аппарата передачи данных. Коммутация производится через пульт передачи данных *ПД*, статив *ДУ* и УАТС КЭ.

16. Автоматическое управление сетью промышленного телевидения. Эта услуга предоставляется ограниченному числу абонентов и осуществляется набором кода услуги и номера передающей телевизионной камеры. На установленном у абонента видеоконтрольном устройстве *ВК* можно наблюдать производственные процессы. С УАТС КЭ через статив дополнительных услуг и пульт промышленного телевидения *ПТ* производится только вызов и управление телевизионной камерой по цепям управления, а передача сигналов промышленной телевизионной установки ПТУ производится по отдельно проложенным высокочастотным кабелям.

Кроме перечисленных, с помощью квазиэлектронной АТС можно организовать другие виды дополнительных услуг, которые экономят время абонентов и повышают производительность труда.

5.4. РАСЧЕТ ЧИСЛА СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ПАТС

Общие положения

Расчет числа соединительных (коммутационных) устройств на ПАТС позволяет определить объем оборудования и стоимость станции. Известно, что число этих устройств определяется величиной телефонной нагрузки при заданных потерях сообщения. Телефонная нагрузка y представляет собой общее время занятия группы линий или приборов, по которым проходит c занятий со средней продолжительностью T каждое.

Потерями сообщения называется количество вызовов, потерянных из-за отсутствия свободных соединительных путей на станции, отнесенное к общему количеству вызовов. При проектировании станций пользуются понятием вероятности потерь сообщения, которое представляет собой математическое ожидание потерянных из-за отсутствия соединительных путей на станции вызовов к общему числу вызовов.

На любой телефонной станции телефонная нагрузка не является величиной постоянной и значительно меняется в течение суток. В отдельные часы, называемые часами наибольшей нагрузки (ЧНН), она достигает пиковых максимумов, а в другие часы резко падает. Такая неравномерность нагрузки может быть отмечена не только в течение суток, но и в течение недель, месяцев и т. д. Количественно неравномерность телефонной нагрузки характеризуется коэффициентом концентрации нагрузки, который равен отношению нагрузки за какой-то определенный отрезок времени (час, сутки и т. д.) к общей величине нагрузки за весь период (сутки, неделя и т. д.). Особый интерес представляет коэффициент концентрации суточной нагрузки, численно равный отношению нагрузки в ЧНН к общесуточной нагрузке. На производственных станциях коэффициент концентрации нагрузки в ЧНН колеблется в пределах 8÷15% в зависимости от сменности работы, наличия оперативных совещаний по ПАТС и целого ряда других факторов.

Нетрудно видеть, что неравномерность телефонной нагрузки определяет специфику расчета объема оборудования телефонных станций, который производится, исходя из значения нагрузки в тот час, когда она является наибольшей, т. е. в ЧНН. Такой объем оборудования сможет тем более пропустить нагрузку, поступающую в остальные, менее загруженные часы суток. Для расчета величины телефонной нагрузки в ЧНН необходимо знать количество вызовов в ЧНН, приходящихся на один телефонный аппарат. Эта величина на производственных станциях колеблется в пределах 1,5÷3,5 и определяется в каждом конкретном случае путем статистических наблюдений, позволяющих учесть весь большой комплекс местных условий, от которых она зависит.

Методы расчета объема оборудования производственных станций декадно-шаговой и координатной систем имеют существенные отличия, вызванные различием коммутационных устройств и схем построения.

Расчет оборудования ПАТС декадно-шаговой системы

На расчет объема оборудования ПАТС декадно-шаговой системы влияют следующие ее особенности:

— управление работой коммутационных приборов станции осуществляется абонентами непосредственно при наборе номера (прямое управление);

— каждый соединительный путь в пределах ступени искания содержит только одно соединительное устройство (однозвенность обслуживания вызовов в пределах ступени искания);

— нагрузка на каждую последующую ступень искания всегда меньше, чем на предыдущей ступени искания, за счет того, что уменьшается продолжительность занятия, а также из-за потерь;

— система эксплуатируется с явными потерями, т. е. при поступлении вызова в момент занятости всех соединительных линий на любом этапе соединения абонент, получив сигнал *Занято*, должен повесить трубку и через некоторое время повторить вызов.

Оборудование ПАТС декадно-шаговой системы можно разделить на две группы:

1) оборудование, объем которого не зависит от величины телефонной нагрузки, а определяется количеством включенных в ПАТС абонентов (*ПИ* и ряд другого оборудования);

2) оборудование, объем которого зависит от величины телефонной нагрузки (*ГИ, ЛИ,* соединительной линии и т. д.).

Количество *ПИ*, как указывалось выше, равно количеству включенных в станцию абонентов. На правах обычных абонентов могут быть включены соединительные линии от других станций, диспетчерских и директорских установок. Все остальные коммутирующие приборы определяются расчетом по величине телефонной нагрузки. Нагрузка, поступающая в ЧНН на вход телефонной станции, подсчитывается по формуле

$$y_{\text{аб}} = c_{\text{ЧНН}} T N, \text{ ч.-зан}, \tag{5.5}$$

где $c_{\text{ЧНН}}$ — количество вызовов, поступающих по одной абонентской линии в ЧНН (1,5÷3,5); T — среднее время занятия станционных устройств при одном вызове с учетом состоявшихся и несостоявшихся соединений; N — число абонентских линий, включенных в станцию.

Среднее время занятия станционных устройств, ч, определяегся из выражения

$$T = \frac{P_1 t_1 + P_2 t_2 + P_3 t_3 + P_4 t_4}{3600}, \tag{5.6}$$

где P_1 — удельный вес вызовов, закончившихся разговором; P_2 — удельный вес вызовов, не закончившихся разговором по причине занятости вызываемого абонента; P_3 — то же, из-за неответа вызываемого абонента; P_4 — то же, вследствие ошибок в наборе номера и отказа от соединения вызывающего абонента (для расчетов обычно берут: $P_1=0{,}75$; $P_2=0{,}15$; $P_3=0{,}075$; $P_4=0{,}025$); t_1, t_2, t_3, t_4 — соответствующие продолжительности занятия (в секундах) приборов, определяемые по формулам: $t_1=11+1{,}5n+t_р$; $t_2=9+1{,}5n$; $t_3=39+1{,}5n$; $t_4=18$. Здесь $t_р$ — среднее время чистого разговора, составляющего для промышленных предприятий величину порядка 100—120 с; n — число знаков в номере абонента.

Величина N равна:

$$N = N_{аб} + N_{СЛ} \frac{y_{СЛ}}{y_{аб}}\,.$$

где $N_{аб}$ — число абонентских телефонов, включенных в станцию; $N_{СЛ}$ — число соединительных линий, включаемых в абонентские комплекты станций (от диспетчерских, директорских и прочих установок); $y_{СЛ}$ — средняя нагрузка в ЧНН одной соединительной линии; $y_{аб} = c_{ЧНН}\,T$ — средняя нагрузка в ЧНН одной абонентской линии.

При расчете количества коммутирующих устройств необходимо учитывать величину потерь сообщения. Увеличение величины потерь уменьшает количество устанавливаемого оборудования, но при этом ухудшает качество связи, так как увеличивается вероятность отказа в соединении на промежуточных этапах. Обычно применяются следующие нормы потерь:

0,001 — для расчета приборов междугородного шнура и приборов специальных служб, а также соединительных линий между станциями, обслуживающими эти соединения;

0,003 — для расчета *IГИ* и *II/IVГИ*, не связанных с соединительными линиями;

0,005 — для расчета *ЛИ* и *II/IVГИ*, связанных с соединительными линиями.

Наименьшая величина потерь отводится для наиболее ответственных видов связи, когда требуется повышенное ее качество, а наибольшая — для наиболее дорогих приборов, а также для дорогостоящих соединительных линий.

При определении количества приборов и соединительных линий пользуются известными таблицами (табл. 5.3), определяющими связь между величиной телефонной нагрузки, выраженной в часо-занятиях, количеством приборов, способных пропустить эту нагрузку, величиной потерь, выраженной в промиллях, и способом включения приборов — полнодоступным или ступенчатым.

Полнодоступное включение характеризуется тем, что все линии являются доступными любому источнику нагрузки, поэтому потери могут возникнуть только в случае занятости всех линий пучка. Таким образом включаются, например, приборы междугородного шнура.

Наибольшее распространение на ПАТС получило ступенчатое включение, когда каждому источнику нагрузки доступна только часть линий пучка. В данном случае потери могут возникнуть не только тогда, когда заняты все линии пучка, но и при занятости всех выходов одной группы. В других группах в это время могут быть свободные линии, но они «не доступны» приборам данной группы.

С помощью табл. 5.3 по рассчитанной величине телефонной нагрузки, величине потерь и способу включения определяется требуемое количество приборов и соединительных линий. Число приборов (линий), превышающее 100, определяется по формуле

$$v = 100\,\frac{y - y_{100}}{\kappa}\,,$$

Таблица 5.3

Число приборов (линий)	Нагрузка, ч.-зан, при потерях			Число приборов (линий)	Нагрузка, ч.-зан, при потерях			Число приборов (линий)	Нагрузка, ч.-зан, при потерях		
	$P=0{,}001$ (полнодоступное)	$P=0{,}003$	$P=0{,}005$		$P=0{,}001$ (полнодоступное)	$P=0{,}003$	$P=0{,}005$		$P=0{,}001$ (полнодоступное)	$P=0{,}003$	$P=0{,}005$
		(ступенчатое)				(ступенчатое)				(ступенчатое)	
2	0,05	—	—	35	20,52	16,4	20,23	68	47,55	34,10	41,23
3	0,19	—	—	36	21,30	16,9	20,96	69	48,40	34,65	41,86
4	0,44	—	—	37	22,08	17,35	21,60	70	49,25	35,20	42,50
5	0,76	—	—	38	22,86	17,85	22,23	71	50,10	35,80	43,13
6	1,14	1,44	1,66	39	23,65	18,35	22,86	72	50,95	36,40	43,76
7	1,58	1,94	2,26	40	24,44	18,85	23,50	73	51,80	37,00	44,40
8	2,05	2,48	2,86	41	25,23	19,35	24,13	74	52,65	37,50	45,03
9	2,55	3,05	3,48	42	26,03	19,9	24,76	75	53,51	38,00	45,66
10	3,09	3,65	4,10	43	26,83	20,4	25,40	76	54,37	38,60	46,30
11	3,66	4,25	4,73	44	27,64	20,95	26,03	77	55,23	39,15	46,93
12	4,23	4,85	5,36	45	28,45	21,45	26,66	78	56,09	39,70	47,56
13	4,83	5,35	6,03	46	29,26	22,00	27,30	79	56,95	40,30	48,20
14	5,44	5,85	6,70	47	30,07	22,55	27,93	80	57,81	40,90	48,83
15	6,08	6,35	7,40	48	30,88	23,10	28,56	81	58,67	41,45	49,46
16	6,72	6,90	8,13	49	31,69	23,65	29,20	82	59,53	42,00	50,01
17	7,38	7,40	8,86	50	32,51	24,20	29,83	83	60,39	42,55	50,73
18	8,04	7,90	9,63	51	33,33	24,70	30,46	84	61,26	43,15	51,36
19	8,72	8,45	10,40	52	34,15	25,20	31,10	85	62,13	43,70	52,00
20	9,41	8,90	11,20	53	34,70	25,75	31,73	86	63,00	44,25	52,63
21	10,11	9,40	11,76	54	35,80	26,30	32,36	87	63,87	44,80	53,26
22	10,81	9,90	12,33	55	36,63	26,85	33,00	88	64,74	45,35	53,90
23	11,52	10,40	12,91	56	37,46	27,40	33,63	89	65,61	46,00	54,53
24	12,24	10,90	13,50	57	38,29	27,95	34,26	90	66,48	46,60	55,16
25	12,97	11,45	14,10	58	39,12	28,50	34,90	91	67,35	47,15	55,60
26	13,70	11,95	14,70	59	39,95	29,10	35,53	92	68,22	47,70	56,43
27	14,44	12,45	15,31	60	40,79	29,70	36,16	93	69,09	48,25	57,06
28	15,18	12,95	15,93	61	41,63	30,20	36,80	94	69,96	48,90	57,70
29	16,93	13,45	16,45	62	42,47	30,75	37,43	95	70,84	49,50	58,33
30	16,68	13,95	17,16	63	43,31	31,25	38,06	96	71,72	50,05	58,96
31	17,44	14,45	17,80	64	44,15	31,85	38,70	97	72,61	50,65	59,60
32	18,21	14,95	18,43	65	45,0	32,45	39,33	98	73,51	51,25	60,23
33	18,98	15,4	19,06	66	45,85	33,00	39,96	99	74,41	51,85	60,86
34	19,75	15,9	19,70	67	46,70	33,60	40,60	100	75,31	52,50	61,50

где y — величина данной телефонной нагрузки, ч-зан; y_{100} — нагрузка, пропускаемая пучком, содержащим ровно 100 линий, ч.-зан; v — число приборов (линий); $к$ — нагрузка, пропускаемая каждой линией, когда емкость для пучка превышает 100. Для полнодоступного пучка при $P=0{,}001$ $к=0{,}883$, для ступенчатого включения при $P = 0{,}003$ $к = 0{,}59$, при $P = 0{,}005$, $к = 0{,}64$.

Количество выходов, которое необходимо организовать от статива *ПИ*, обслуживающего сотенную группу абонентов, можно подсчитать по формуле

$$X = 400\ y_{аб}/N. \tag{5.7}$$

Если входящие соединительные линии от других станций включаются на последующих ступенях искания, то количество *IГИ* определяется по величине нагрузки, рассчитываемой по ф-ле (5.5) при потерях 0,003. Нагрузка, поступающая на *IIГИ*, может быть определена как

$$y_{IIГИ} = 0{,}95 y_{аб} - 0{,}03 y_{аб} - y_{исх} + y_{вх},$$

где $0{,}03y_{аб}$ — нагрузка, поступающая на спецслужбы; $y_{исх}$ — нагрузка с декад поля *IГИ*, поступающая от абонентов данной станции на городскую и другие производственные станции; $y_{вх}$ — нагрузка, поступающая на вход *IIГИ* данной станции от абонентов других станций.

По величине исходящей и входящей межстанционной нагрузки, а также данных о тяготении указанной станции к другим станциям определяют число соединительных линий. Обычно величина исходящего сообщения производственных станций примерно равна величине входящего сообщения и составляет 10% от нагрузки $y_{аб}$. Однако в ряде случаев она может достигать 20% и даже более в зависимости от местных условий.

Количество *IIГИ*, обслуживающих внутреннее сообщение, определяется по величине соответствующей нагрузки с помощью таблиц при потерях 0,003, а количество *IIГИ*, обслуживающих входящее сообщение, — по нагрузке $y_{вх}$ при потерях 0,005. Нагрузка на *IIIГИ*, если такие имеются, рассчитывается по формуле $y_{IIГИ} = 0{,}98y_{IIГИ}$. Количество этих приборов находится также по таблицам при потерях 0,003. Нагрузка на *ЛИ* может быть определена как $y_{ЛИ} = 0{,}98y_{ГИ}$, где $y_{ГИ}$ — нагрузка на последнюю ступень группового искания.

Линейные искатели обслуживают сотенные абонентские группы, поэтому их определяют по величине нагрузки, приходящейся на 100 абонентов, т. е.

$$y_{ЛИ100} = y_{ЛИ100}/N,$$

где N — номерная емкость ПАТС или для больших станций (свыше 2000 номеров) величина расчетной абонентской группы (1000 или 2000 номеров).

Как указывалось выше, число линейных искателей так же, как и межстанционных соединительных линий, находится по таблицам при потерях 0,005. Если структурной схемой станции предусматривается выход на другие станции не только с поля *IГИ*, а вход от других станций не только на *IIГИ*, что иногда имеет место на ПАТС, то это должно быть отражено при расчете.

Приборы *IГИМ* и *IIГИМ*, обслуживающие междугородные переговоры, на производственных станциях, как правило, не размещаются, а устанавливаются на городской станции. Входящими приборами междугородного шнура на ПАТС обычно являются *IIIГИМ* и только в редких случаях *IIГИМ* или *ЛИМ*. Число их равно количеству соответствующих соединительных линий, задаваемому техническими условиями (см. табл. 5.1). Приборы *ЛИМ* размещаются на одних и тех же стативах, что и *ЛИ*, а приборы *ГИМ* — на самостоятельных стативах.

Расчет оборудования ПАТС координатной системы

Основными особенностями ПАТС координатной системы, имеющими значение при расчете объема оборудования, являются следующие:

— работой коммутационных приборов станции управляют маркеры соответствующих ступеней искания при получении импульсов от регистра, фиксирующего требуемый номер (обходной принцип установления соединения);

— многозвенное обслуживание вызовов в пределах каждой ступени искания;

— появление потерь сообщения в случаях занятости или недоступности промежуточных линий внутри одной ступени искания или всех выходов в требуемом направлении.

Нетрудно видеть, что метод расчета объема оборудования, принятый для ПАТС декадно-шаговых систем, здесь не пригоден. В настоящее время для расчета АТС К-100/2000 используется инструкция Гипросвязи. Расчет производится, исходя из следующих норм потерь P:

— на ступени *АИ*:	
при исходящем от абонентов сообщения	0,005
при входящем к абонентам сообщения	0,002
— на ступени *ГИ*:	
при внутристанционных соединениях	0,005
при связи со спецслужбами	0,001
при внешних соединениях (входящих и исходящих) . .	0,005
при связи, входящей от МТС	0,002

— на ступени *РИ* при включении в стативы регистровых искателей комплектов *ШК, РСЛВ-Б, ВШКМ* . . . . 0,002.

Количество маркеров не рассчитывается, так как в АТС К-100/2000 каждый из блоков ступеней *АИ* и *ГИ* обслуживается индивидуально. Число блоков *АИ*(g) определяется, исходя из проектируемой емкости станции. При этом надо иметь в виду, что каждый блок позволяет включить 100 абонентов: $g = N/100$, где N — емкость проектируемой станции.

Нагрузка $y_{\text{исх}}$, поступающая в блоки *АИ* от абонентов, и нагрузка $y_{\text{вх}}$, поступающая через блоки *АИ* к абонентам, определяются по формулам

$$y_{\text{исх}} = 1,1 \kappa_{\text{р}} N c_{\text{ЧНН}} (t_{\text{рег}} + t_{\text{в}} + t_{\text{р}}), \tag{5.8}$$

$$y_{\text{вх}} = y_{\text{исх}} + y_{\text{МТС}} - y_{\text{спец}}. \tag{5.9}$$

Здесь $\kappa_{\text{р}}$ — коэффициент, учитывающий долю вызовов, закончившихся разговором; N, $c_{\text{ЧНН}}$, $t_{\text{р}}$ — имеют то же значение, что и для АТС декадно-шаговой системы; $t_{\text{в}}$ — среднее время прослушивания сигнала посылки вызова ($t_{\text{в}} = 10$ с); $t_{\text{рег}}$ — время занятия регистра при установлении одного соединения; $t_{\text{рег}} = t_{\text{со}} + t_{\text{в}} + t_{y\ \text{исх}}$, где $t_{\text{со}}$ — среднее время слушания вызывающим абонентом зуммерного сигнала ответа станции ($t_{\text{со}} = 4$ с); $t_{\text{в}}$ — время набора номера ($t_{\text{н}} = 1,5n$, где n — число знаков в номере); $t_{y\ \text{исх}}$ — время установления соединения маркерами после окончания набора номера вызывающим абонентом ($t_{y\ \text{исх}} = 2,5$ с); $y_{\text{МТС}}$ — входящая нагрузка по междугородной связи; $y_{\text{спец}}$ — нагрузка на спецслужбы.

Исходящая из блоков *АИ* связь осуществляется через шнуровые комплекты *ШК*. Число последних зависит от величины нагрузки $y_{\text{исх}}$ при заданном качестве обслуживания и определяется по графику на рис. 5.11. На проектируемой станции образуют один или два пучка *ШК*, так как увеличение емкости пучка свыше 75—80 практически не увеличивает использования линий. На входы ступени *ГИ* включаются *ШК* проектируемой станции, входящие шнуро-

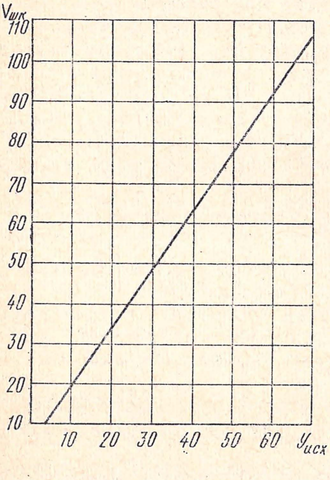


Рис. 5.11. Зависимость числа шнуровых комплектов от величины $y_{\text{исх}}$ при потерях 5‰

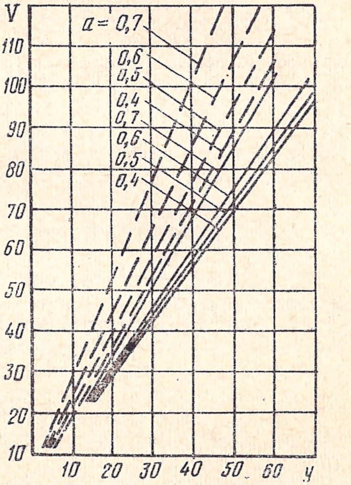


Рис. 5.12. Зависимость числа линий от величины нагрузки, поступающей в данном направлении, при потерях 5‰ (пунктирные линии при $V > mq = 10$, сплошные при $V > mq = 20$)

вые комплекты междугородной связи *ВШКМ* и входящие соединительные линии. Выходы ступени *ГИ* можно подразделить на разное число направлений. Наиболее целесообразным является образование 20 направлений по 10 выходов или 10 направлений по 20 выходов. При числе направлений меньше 10 в каждом из направлений следует выбирать доступность $mq=20$. Если число направлений на одной ступени *ГИ* больше 10, то часть направлений этой ступени имеет доступность $mq=10$.

Расчет ступени *ГИ* сводится к нахождению необходимого числа блоков g, определению средней нагрузки a, поступающей на один вход *ГИ*, нагрузки y, поступающей на один вход *ГИ*, нагрузки y, поступающей по данному направлению, и нахождению при этих условиях числа линий v. Зависимость v от величины y для различных значений нагрузок a приведена на рис. 5.12.

Величина нагрузки a определяется по формуле

$$a=y_{\text{ГИ}}/30g, \tag{5.10}$$

где $y_{\text{ГИ}}$ — нагрузка, поступающая на рассчитываемую ступень *ГИ*.

Таким образом, нагрузка a может быть найдена, если известны общая нагрузка, поступающая на ступень *ГИ* ($y_{\text{ГИ}}$) и число входов ступени *ГИ* ($N_{\text{ГИ}}$). Последнее, в свою очередь, определяет выбор необходимого числа блоков *ГИ* (g):

$$g=N_{\text{ГИ}}/30. \tag{5.11}$$

Здесь

$$N_{\text{ГИ}}=V_{\text{ШК}}+V_{\text{ВШКМ}}+\sum_{i=1}^{r} v(i)_{\text{СЛ}}, \tag{5.12}$$

где $V_{\text{ШК}}$ — число шнуровых комплектов проектируемой станции; $V_{\text{ВШКМ}}$ — число соединительных линий от МТС; $v(i)_{\text{СЛ}}$ — число линий в i-м входящем пучке; $i=1, \dots, r$ (r — число входящих пучков).

Нагрузка, поступающая на ступень *ГИ*, является суммой нагрузок, поступающих на входы ступени *ГИ*, от различных направлений (станций):

$$y_{\text{ГИ}}=y_{\text{исх}}+y_{\text{ВШКМ}}+\sum_{i=1}^{r} y(i)_{\text{СЛ}}, \tag{5.13}$$

где $y_{\text{исх}}$ — нагрузка, поступающая на ступень *ГИ* от *ШК* проектируемой станции; $y_{\text{ВШКМ}}$ — нагрузка, поступающая от МТС; $y(i)_{\text{СЛ}}$ — нагрузка, поступающая по соединительным линиям от i-го направления.

Расчет числа стативов (блоков) *РИ* производится в зависимости от общего числа комплектов *ШК, РСЛВ-Б, ВШКМ* и *РСЛВ-И*. При этом следует иметь в виду, что так как комплекты *РСЛВ-И* не имеют обратной блокировки, то они включаются на входы отдельной группы стативов *РИ*:

$$g_{\text{РИ}_{\text{РСЛВ-И}}}=V_{\text{РСЛВ-И}}/20. \tag{5.14}$$

Число стативов *РИ* для комплектов *ШК, ВШКМ, РСЛВ-Б* определяется по формуле

$$g_{\text{РИ}_{\text{ШК}}}=\frac{V_{\text{ШК}}+V_{\text{РСЛВ-Б}}+V_{\text{ВШКМ}}}{20}. \tag{5.15}$$

Каждый статив *РИ* позволяет включать не более 20 комплектов *ШК, РСЛВ-6, ВШКМ, РСЛВ-И*. На стативе устанавливается не более пяти регистров. Число регистров, устанавливаемых на стативе для обслуживания *РСЛВ-И*, рассчитывается по табл. 5.4 при нагрузке $y_{\text{рег}_{\text{РСЛВ-И}}}$ и $p=0{,}002$.

Таблица 5.4

Число регистров	$y_{\text{рег РСЛВ-И}}$ ч.-зан	Число регистров	$y_{\text{рег РСЛВ-И}}$ ч.-зан	Число регистров	$y_{\text{рег РСЛВ-И}}$ ч.-зан	Число регистров	$y_{\text{рег РСЛВ-И}}$ ч.-зан	Число регистров	$y_{\text{рег РСЛВ-И}}$ ч.-зан.
2	0,062	6	1,33	10	3,425	14	5,92	18	8,64
3	0,25	7	1,80	11	4,02	15	6,58	19	9,35
4	0,54	8	2,31	12	4,64	16	7,26	20	10,07
5	0,90	9	2,85	13	5,27	17	7,95		

Регистровая нагрузка $y_{\text{рег РСЛВ-И}}$ определяется по формуле

$$y_{\text{рег РСЛВ-И}} = y_{\text{РСЛВ-И}} \frac{t_{\text{рег}}}{t_{\text{РСЛВ-И}}}, \tag{5.16}$$

где $y_{\text{РСЛВ-И}}$ — нагрузка, поступающая на *РСЛВ-И* рассчитываемого статива; $t_{\text{рег}}$ — среднее время одного занятия регистра; $t_{\text{РСЛВ-И}}$ — среднее время одного занятия *РСЛВ-И* ($t_{\text{РСЛВ-И}} = 83$ с).

Число регистров, обслуживающих комплекты *ШК*, *РСЛВ-Б* и *ВШКМ*, определяется по кривой, приведенной на рис. 5.13 и устанавливающей зависимость числа регистров от нагрузки $y_{\text{рег ШК}}$. Последняя находится по формуле

$$y_{\text{рег ШК}} = y_{\text{исх}} \frac{t_{\text{рег}}}{t_{\text{ШК}}} + y_{\text{РСЛВ-Б}} \frac{t_{\text{рег}}}{t_{\text{РСЛВ-Б}}} + y_{\text{ВШКМ}} \frac{t_{\text{рег}}}{t_{\text{ВШКМ}}}, \tag{5.17}$$

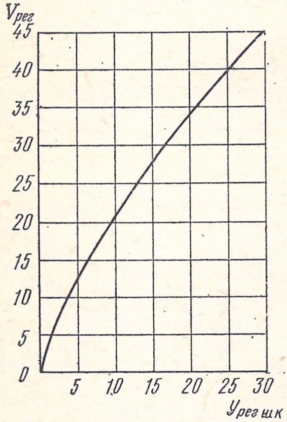


Рис. 5.13. Зависимость числа регистров, обслуживающих ШК и РСЛВ-Б, от величины нагрузки при потерях 2‰

где $y_{\text{исх}}$ — нагрузка шнуровых комплектов; $y_{\text{РСЛВ-Б}}$ — нагрузка *РСЛВ-Б*; $y_{\text{ВШКМ}}$ — нагрузка *ВШКМ*; $t_{\text{ШК}}$ — средняя продолжительность одного занятия *ШК* ($t_{\text{ШК}} = 83$ с); $t_{\text{РСЛВ-Б}}$ — средняя продолжительность одного занятия *РСЛВ-Б* ($t_{\text{РСЛВ-Б}} = 83$ с); $t_{\text{ВШКМ}}$ — средняя продолжительность одного занятия *ВШКМ* ($t_{\text{ВШКМ}} = 420$ с); $t_{\text{рег}}$ — средняя продолжительность одного занятия регистра ($t_{\text{рег}} = 14$ с).

Расчет оборудования ПАТС квазиэлектронной системы

Нагрузка, создаваемая группой абонентских линий, определяется по ф-ле (5.5), в которой средняя продолжительность занятия приборов разговорного тракта и приборов управления находится как

$$T = t_{\text{со}} + nt_{\text{н}} + t_{\text{д}},$$

где $t_{\text{со}}$ — время слушания абонентом сигнала ответа станции (3 с); n — число знаков номера, принимаемых регистром; $t_{\text{н}}$ — время набора одного знака номера (1,5 с); $t_{\text{д}}$ — дополнительное время занятия регистра, слагаемое из времени ожидания подключения маркера, времени установления соединения и времени освобождения регистра (0,5 с).

Средняя продолжительность одного занятия исходящей и входящей соединительной линии, а также промежуточных линий внутренней и входящей связи определяется по упрощенной формуле, применяемой при реальном проектировании:

$$t = \kappa_{\text{р}}\,\eta\,(nt_{\text{н}} + t_{\text{нв}} + T_{\text{р}} + t_0),$$

где $\kappa_{\text{р}}$ — коэффициент, учитывающий вызовы, не закончившиеся разговором (1,1); η — доля состоявшихся разговоров от общего количества вызовов (0,5); $t_{\text{нв}}$ — продолжительность посылки вызова в случае состоявшегося разговора (7 с); t_0 — время возвращения приборов в исходное состояние после отбоя (1 с); $T_{\text{р}}$ — средняя продолжительность разговора, с.

Пользуясь таблицами Эрланга, по величинам телефонной нагрузки находят число входящих и исходящих регистров — при потерях 2‰; количество шнуровых комплектов и соединительных линий — при потерях 5‰ и число входящих междугородных СЛ — при 1‰.

Глава 6

Связь совещаний

6.1. ОСОБЕННОСТИ СВЯЗИ СОВЕЩАНИЙ

Тесная взаимосвязь между отдельными цехами, отделами и различными подразделениями вызывает необходимость проведения регулярных оперативных совещаний в пределах цеха, группы цехов, предприятия, комбината, треста, объединения, министерства и т. д. Проведение очных совещаний на крупных и территориально разбросанных объектах вынуждает значительное количество людей (в основном руководителей производства) оставлять свои рабочие места, что связано с большой потерей времени. Поэтому широко используется способ проведения совещания по телефону, когда каждый участник совещания остается на своем рабочем месте и в то же время может выступить с сообщением, которое будет прослушано всеми другими лицами, подключенными к сети совещания. Такое совещание может проводиться с любого диспетчерского или директорского коммутатора. При этом к аппаратуре предъявляются дополнительные требования, которые значительно отличаются от тех, которые предъявляются к организации диспетчерской или директорской связи, и состоят в следующем:

1. Мощность аппаратуры должна обеспечивать участие в совещании большого контингента участников: 10—20 в цеховом совещании, 20—50 в учреждении и небольшом предприятии, до 100 на крупном заводе и комбинате и свыше 100 в объединении, министерстве и т. д.

2. Ввиду того что при организации связи совещаний в одной комнате может находиться несколько участников, прием речи на микротелефонную трубку не рекомендуется и должны использоваться громкоговорители.

3. Наличие большого контингента участников вынуждает применять меры против проникновения шума в микрофоны оконечных аппаратов. Для этой цели микрофоны всех участников совещания включаются либо дистанционно с пульта руководителя совещания, либо по его разрешению на оконечном аппарате. По этой же причине на центральном пульте необходимо иметь сигнализацию запроса о предоставлении слова.

4. Участник совещания, ведя передачу, должен иметь возможность прослушивать реплики руководителя независимо от положения органов управления оконечного аппарата (педали, кнопки и т. п.).

5. При использовании диспетчерского коммутатора для проведения совещаний в отдельных случаях должна быть сохранена возможность ведения на нем переговоров со второго рабочего места.

6. Должна быть обеспечена возможность записи на магнитофон выступлений всех участников совещания.

7. В лучевых системах должна быть обеспечена сигнализация о режиме работы абонентского устройства (прием или передача).

8. Должна быть обеспечена возможность перебоя выступления абонента со стороны руководителя совещания.

9. Помещения, в которых находятся руководители совещания, ведущие прием и передачу речи, должны быть подвергнуты специальной акустической обработке. Желательно такой обработке подвергнуть и кабинеты руководителей подразделений, где находятся абоненты — постоянные участники связи совещания.

Совещания, как правило, проводятся в строго определенное время по расписанию. Это обстоятельство исключает обязательную необходимость применения устройств посылки сигнала вызова, что упрощает схему аппаратуры. В связи с тем что совещания проводятся кратковременно (до 1 ч в сутки), появляется возможность использования аппаратуры, линий и каналов, обычно предназначенных для диспетчерской, административно-хозяйственной и других связей.

6.2. ОРГАНИЗАЦИЯ СВЯЗИ СОВЕЩАНИЙ

С учетом полного или частичного удовлетворения вышеуказанных требований, связь совещаний может быть организована с использованием:

— станции диспетчерской связи с усилителями и телефонных аппаратов, включенных в станцию по лучевой системе;

— станции диспетчерской (оперативной) связи с усилителями и телефонных аппаратов с абонентскими усилителями, включенных в станцию по лучевой системе;

— диспетчерского коммутатора любой системы, включенных в него телефонных аппаратов и центрального усилителя, к которому подключены громкоговорители, установленные совместно с телефонными аппаратами;

— аппаратуры групповой системы с избирательным вызовом и промежуточных пунктов, включенных в линию параллельно;

— аппаратуры типа МСС-12-6-60, МСС-2-1-60, ДОСС-58, УД-3, специально выпускаемой для организации связи совещаний на железнодорожном транспорте, а также высокочастотных каналов и физических линий связи;

— оборудования групповой междугородной телефонной связи типа ОГМТС-18.

6.3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАНЦИЙ ДИСПЕТЧЕРСКОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ И ТЕЛЕФОННЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ СВЯЗИ СОВЕЩАНИЙ

Большинство современных станций (установок, коммутаторов) диспетчерской (директорской, оперативной) телефонной связи обеспечивает возможность проведения связи совещаний с абонентами станции, но технически эта возможность решается несколько по-разному.

Для примера рассмотрим две наиболее распространенных схемы организации связи совещаний — с использованием аппаратуры ПОС-90 и «Кристалл». В обоих схемах абоненты разделяются на две группы: первая, включающая в себя до трех абонентов, ведет передачу и дуплексные переговоры, вторая, включающая в себя остальных абонентов, может принимать передачу. Любой абонент может быть мгновенно при необходимости переключен руководителем совещания из одной группы в другую.

На рис. 6.1 представлена структурная схема организации совещаний с использованием станции оперативной связи ПОС-90.

Абоненты, ведущие передачу, включаются на вход усилителя циркуляра; абоненты второй группы подключаются к выходу усилителя циркуляра. С целью равномерной загрузки эти абоненты разделяются на три подгруппы. Перевод из одного режима в другой производится руководителем совещания по своему усмотрению или по сигналу абонента. Этот сигнал заключается в кратковременном «хлопании» по рычагу телефонного аппарата, что воспринимается реле *РА*, которое воздействует на систему сигнализации. Во время проведения совещания микрофоны абонентов второй группы от входа усилителя отключены, но получают питание от общего источника тока. Эти абоненты прослушивают ход совещания через микротелефон телефонного аппарата, но может быть использован любой соответствующий усилитель для подключения громкоговорителя. Подобный способ проведения совещания применен в станциях СОС-30М, КД-60 и др.

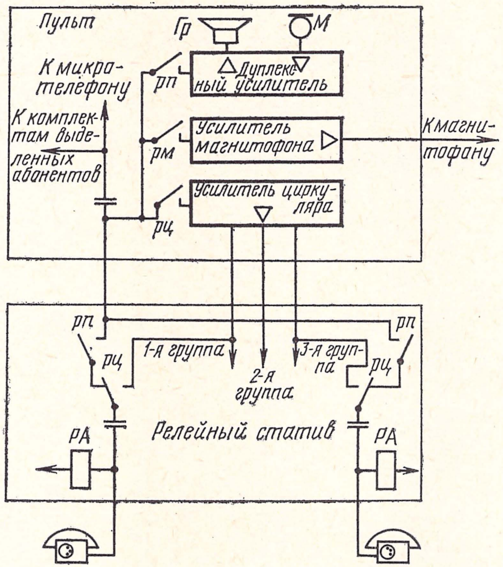

Пульт
Гр
М
К микро-телефону
рп
Дуплексный усилитель
К комплектам выделенных абонентов
рм
Усилитель магнитофона
К магнитофону
рц
Усилитель циркуляра
рп
рп
рц
1-я группа
2-я группа
3-я группа
рц
Релейный статив
РА
РА

Рис. 6.1. Структурная схема организации связи совещаний с использованием станции оперативной связи ПОС-90

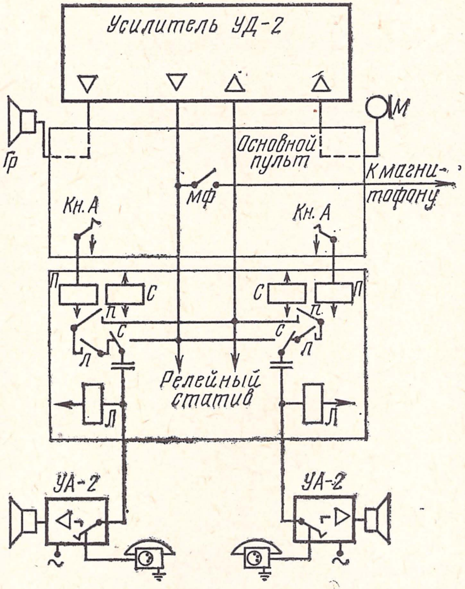

Усилитель УД-2
Гр
М
Основной пульт
МФ
К магнитофону
Кн. А
Кн. А
П
С
С
П
П
П
С
С
Л
Л
Релейный статив
Л
Л
УА-2
УА-2

Рис. 6.2. Структурная схема организации связи совещаний с использованием установки «Кристалл»

На рис. 6.2 изображена схема организации связи совещаний с использованием установки «Кристалл». Отличия от предыдущей схемы заключаются в следующем:

— цепи питания микрофонов абонентов второй группы во время совещания отключены полностью;

— сигнал *Прошу слова* формируется при замыкании линейных проводов на землю;

— лампы абонентских комплектов абонентов второй группы горят вполнакала, а первой группы — полным накалом;

— в комплектах установки «Кристалл» входит абонентский усилитель УА-2 высокой чувствительности (при уровне входа 32 мВ, выходной уровень равен 820 мВ или свыше 125 мВА).

Следует заметить, что некоторые директорские коммутаторы (например «Темп-40»), содержащие усилители, от входа которых микрофоны подключенных абонентов не отключаются, для проведения длительных циркулярных совещаний с количеством абонентов свыше 10—20 непригодны.

6.4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСПЕТЧЕРСКОГО КОММУТАТОРА С ЦЕНТРАЛЬНЫМ УСИЛИТЕЛЕМ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ СВЯЗИ СОВЕЩАНИЙ

Схема связи совещаний, организованная с использованием диспетчерского коммутатора и центрального усилителя любой мощности, изображена на рис. 6.3. Диспетчерский коммутатор может быть любой, в том числе и такой, по которому в обычное время производится оперативная работа. Дополнительно для связи совещания устанавливаются: усилитель дуплексный для руководителя, громкоговорители, размещаемые у участников совещания, и дополнительные реле, предназначенные для отключения громкоговорителя при ведении передачи с ближайшего телефонного аппарата. Громкоговорители (даже маломощные) включаются в отдельную сеть. Использование пар в телефонной сети не допускается, так как по нормам МККФ не разрешается передавать по ним напряжение звуковой частоты свыше 5,5 В, а этого напряжения недостаточно.

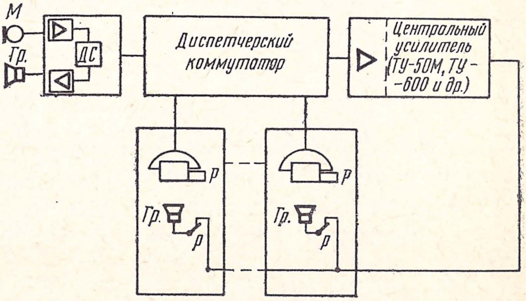


Рис. 6.3. Схема организации связи совещаний с использованием диспетчерского (директорского) коммутатора, центрального усилителя, телефонных аппаратов и громкоговорителей

Все участники совещания имеют возможность слушать выступления через громкоговоритель и вести передачу (с одновременным слушанием реплик) с помощью микротелефонной трубки аппарата через диспетчерский коммутатор. При удачном разносе громкоговорителя от телефонного аппарата можно обойтись без установки дополнительного реле *P*.

Рассмотренная схема организации связи совещаний, несмотря на некоторые технико-экономические недостатки, получила большое распространение из-за своей простоты и высокого качества воспроизведения хода совещания.

6.5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АППАРАТУРЫ ГРУППОВОЙ СИСТЕМЫ

На рис. 6.4 приведена схема с использованием аппаратуры симплексной связи групповой системы с избирательным вызовом и параллельным включением всех промежуточных пунктов и одной двухпроводной линии связи. Максимальное количество участников совещания зависит от выходной мощности передающих усилителей промежуточного пункта и параметров линий.

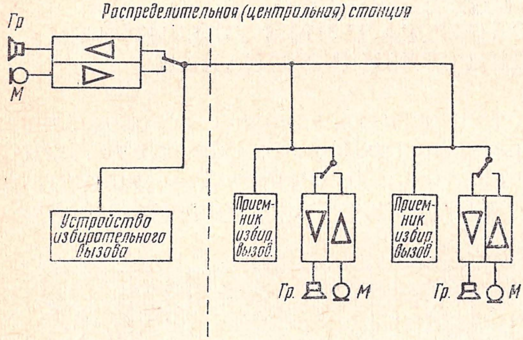

Распределительная (центральная) станция
Гр
М
Устройство избирательного вызова
Приемник избир. вызов.
Приемник избир. вызов.
Гр.
М
Гр.
М

Рис. 6.4. Схема организации связи совещаний с использованием аппаратуры групповой системы и параллельно включенных в линию промежуточных пунктов

При проведении совещания от участников требуется строгая дисциплина, так как каждый имеет техническую возможность начать передачу независимо от желания руководителя совещания.

6.6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АППАРАТУРЫ СВЯЗИ СОВЕЩАНИЙ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Организация совещаний на крупных и разветвленных объектах с большой протяженностью линий и наличием высокочастотных каналов связи осуществляется с помощью следующей аппаратуры, специально выпускаемой для этой цели и широко используемой на сетях Министерства путей сообщения:

МСС-12-6-60, позволяющей включить 12 четырехпроводных каналов и 6 двухпроводных физических линий;

МСС-2-1-60 — для включения двух четырехпроводных каналов и одной двухпроводной физической линии.

Оконечным устройством цепи связи является станция ДОСС-58 и усилитель УД-3.

Схема организации связи совещаний с использованием указанной аппаратуры изображена на рис. 6.5. Аппаратура вклю-

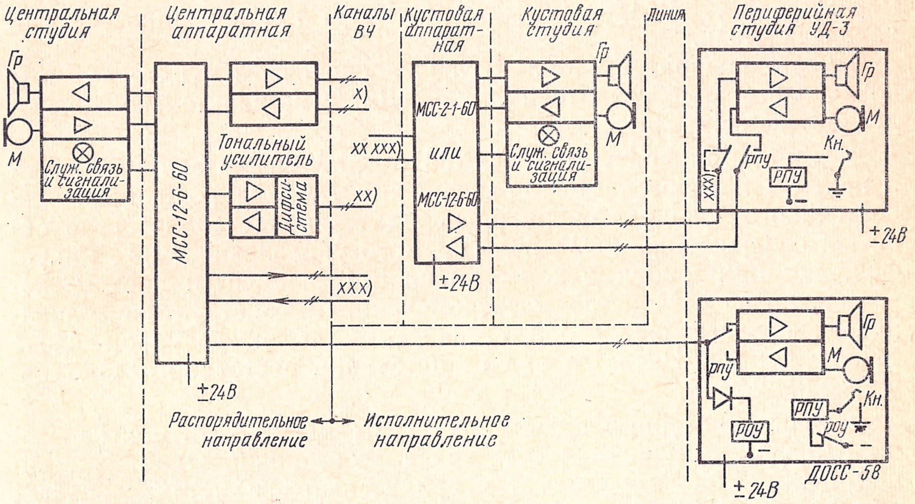

Центральная студия
Гр
М
Служ. связь и сигнализация
Центральная аппаратная
МСС-12-6-60
Тональный усилитель
Дифсистема
±24В
Каналы ВЧ
х)
хх)
ххх)
хх ххх)
Кустовая аппаратная
МСС-2-1-60
или
МСС-12-6-60
±24В
Кустовая студия
Гр
М
Служ. связь и сигнализация
Линия
Периферийная студия УД-3
Гр
М
ххх)
РПУ
Кн.
РПУ
±24В
Гр
М
РПУ
Кн.
РПУ
РОУ
РОУ
ДОСС-58
±24В
Распорядительное направление
Исполнительное направление

Рис. 6.5. Структурная схема организации связи совещаний с использованием специальной аппаратуры:

х) использование арендованных каналов с четырехпроводным окончанием;

хх) использование арендованных каналов с двухпроводным окончанием;

ххх) использование ведомственных ВЧ каналов (при размещении аппаратуры уплотнения в одном здании с аппаратурой связи совещаний);

хххх) в УД-3 осуществляется небольшая переделка схемы, обеспечивающая обратное управление со стороны распорядительной станции;

ххххх) включение МСС-2-1-60 (или МСС-12-60) кустовой аппаратной производится аналогично **х), хх), ххх)**

чается в каналы ВЧ, двухпроводные или четырехпроводные кабельные и воздушные линии связи. Совещания обычно проводятся по расписанию и имеют небольшую продолжительность. Поэтому для организации совещаний используют каналы и линии административно-хозяйственной, межстанционной, диспетчерской связи и т. д. Предпочтение отдается четырехпроводным трактам; двухпроводные линии используются в системе связи совещаний для подключений к сети удаленных абонентов.

В состав аппаратуры МСС-12-6-60 входят: распределители разговорного тока, поступающего с какого-либо одного направления передачи по всем другим направлениям; студийные усилители; переходная узловая трансляция *ПУТ*, предназначенная для включения шести линий ТЧ и соединения этих линий с каналами

ВЧ; шумозаградители *ШЗ*; индикаторы разговоров; вспомогательные устройства. Конструктивно эта аппаратура выполнена в виде стойки шириной 530 и высотой 2500 мм.

В состав аппаратуры МСС-1-2-60 входят: распределитель на четыре входа и четыре выхода; студийные усилители; усилители двухпроводных линий; приемник обратного управления *ПОУ* с распределительной станции; преобразователь напряжения; студийное оборудование; переговорно-вызывное устройство электромеханика. Аппаратура питается от источника постоянного тока 24 В. Все приборы и детали ее смонтированы в двух блоках размерами 486×200×188 мм, которые могут устанавливаться на каркасах стоек.

Вместо аппаратуры МСС-1-2-60 на оконечном пункте возможно использование усилителя типа УД-3 с незначительной переделкой схемы.

В состав аппаратуры ДОСС-58 входят: усилители передачи и приема; преобразователь напряжения *ПР* для подачи сигнала постоянного тока в сторону распорядительной станции; реле обратного управления *РОУ*; реле прямого управления *РПУ*, микрофон, динамик и другие коммутационные элементы: контрольно-переговорное устройство электромеханика. Конструктивно аппаратура представляет собой стандартный блок размером 486×198×282 мм. Питается она от источника постоянного тока напряжением 24 В.

Все перечисленные виды аппаратуры могут быть присоединены в любом сочетании к сети связи совещаний. Одна из станций МСС-12-6-60 является распорядительной и устанавливается вблизи студии, где находится руководитель совещания. Остальные станции — исполнительные. Станции МСС-2-1-60 и ДОСС-58 могут быть только исполнительными.

Распорядительная станция по сравнению с исполнительными имеет преимущество, которое выражается в возможности перебоя разговора. Перебой осуществляется током, воздействующим на приемники обратного управления *ПОУ*, а затем и на реле обратного управления *РОУ*. При работе *ПОУ* и *РОУ* передача речи производится только со студии распорядительного направления.

В случае ведения передачи со стороны любой студии исполнительного направления от контактов нажатой кнопки или педали работает реле прямого управления *РПУ*, которое подключает к сети микрофон соответствующей студии. Прослушивание передачи всеми участниками совещания обеспечивается с помощью системы усилителей, распределителей, реле и других устройств.

Как было сказано выше, передача и прием, в основном, осуществляются по более качественным четырехпроводным трактам (два провода — передача, два провода — прием) и только на отдельных участках используются двухпроводные линии, оборудованные симплексной аппаратурой. Дифференциальные системы в аппаратуре связи совещаний отсутствуют. Переход с двухпроводных линий на четырехпроводные тракты обеспечивается электронными и релейными устройствами.

Во всех узлах аппаратуры, где имеются сблокированные усилители приема и передачи, питание в каждый определенный момент подается только на один из усилителей в зависимости от режима работы приемников и реле прямого и обратного управления. Например, в студийном усилителе питание постоянно подано на усилитель приема. При нажатии кнопки передачи срабатывает реле и переключает питание на усилитель передачи. Если в момент передачи с распорядительной станции поступит сигнал перебоя, сработает реле обратного управления и питание снова переключится на усилитель приема.

В качестве ВЧ каналов могут быть использованы каналы, арендованные у министерства связи, с двух- или четырехпроводным окончанием либо каналы ведомственной связи. В качестве физических цепей могут быть использованы линии ГТС или комплексных телефонных сетей предприятий с затуханием до 13 дБ.

6.7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ГРУППОВОЙ МЕЖДУГОРОДНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ ТИПА ОГМТС-18

В отдельных случаях при организации связи совещаний в отраслевых системах управления по каналам междугородной телефонной связи Министерства связи возможно применение оборудования групповой междугородной телефонной связи ОГМТС-18. Это оборудование предназначено для проведения совещаний организаций, расположенных в различных районах или областях, а также для передачи циркулярных сообщений и лекций. Оборудование, за исключением студийного, рассчитано на установку в помещении междугородной вещательной аппаратной (МВА) с использованием устройств служебной связи МВА. Студия может размещаться в отдельном здании и соединяться с аппаратной кабелем с затуханием 17 дБ на частоте 800 Гц.

Студийное оборудование питается от сети переменного тока и обеспечивает:

— выступление участника совещания;

— прослушивание выступлений из других пунктов;

— сигнализацию включения микрофона;

— получение вызова с пульта оператора;

— переговоры с оператором по линии служебной связи;

— получение сигналов *Все готово* и *Ближе к микрофону*.

Оборудование аппаратной питается от напряжения постоянного тока 24 В и обеспечивает:

— подключение 17 четырехпроводных каналов тональной частоты участников групповой связи;

— подключение 13 каналов тональной частоты, предназначенных только для прослушивания хода совещания абонентами, лишенными права ведения передачи;

— подключение студийного оборудования данного пункта;

— перевод в режим *Выступление* до пяти каналов участников совещания из 17;

— организацию служебной связи, измерений и сигнализации и различной коммутации, проводимой оператором со специального пульта при подготовке и проведении совещания.

Глава 7

Связь в автоматизированных системах управления

7.1. СОСТАВ И СТРУКТУРА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Различают следующие типы систем управления производством: неавтоматизированные, автоматизированные и автоматические.

Под *неавтоматизированными системами управления* понимаются такие системы, в которых подготовку данных (функция датчика), анализ ситуации и принятие решения (функции управляющего органа), а также реализацию принятого решения (функция исполнительного органа) выполняют люди. Источником информации (датчиком) и исполнительным органом здесь является аппарат управления нижестоящего подразделения, а в качестве управляющего органа выступает руководство вышестоящей инстанции. Поскольку структура управления на промышленных предприятиях и в строительстве иерархическая, управляющий орган на одном уровне является одновременно исполнительным органом и датчиком информации на следующем уровне.

В *автоматизированных системах управления (АСУ)* процессы сбора и обработки информации механизированы, однако принятие решения остается за человеком. Автоматизированные системы управления классифицируются по трем признакам — функциональному, хозяйственному и обеспечивающему, отражающим соответственно кибернетическую, экономическую и физическую сущность этих систем.

По функциональному признаку выделяются учет и отчетность, контроль (анализ и принятие решения), регулирование, планирование, нормирование и организация.

По хозяйственному признаку обычно рассматривают основную деятельность, труд и заработную плату, материально-техническое снабжение, капитальное строительство, финансы, механизацию трудоемких работ, внедрение новой техники, себестоимость, проектно-сметную документацию, организацию и подготовку производства.

Совокупность функциональных и хозяйственных признаков позволяет образовать соответствующие подсистемы АСУ. Так, можно выделять подсистемы учета и отчетности, контроля, регулирования, планирования, нормирования и организации основной деятельности, труда и заработной платы и т. д. Иными словами, содержание автоматизированной системы управления на любом уровне составляют 60 подсистем, каждая из которых, в свою очередь, может быть разделена на группы различных задач управления. Например, подсистема планирования основной деятельности включает в себя задачи перспективного, годового, текущего и оперативного планирования и т. д.

В состав АСУ входят также подсистемы экономико-организационного (научного), информационного, математического, программного, технического и правового обеспечения.

Сущность автоматизации задач управления подсистем заключается в передаче выполнения отдельных функций полностью или частично соответствующим техническим средствам, в качестве которых наибольшее распространение получили электронно-вычислительные машины (ЭВМ), обладающие огромными возможностями по выполнению разнообразных счетных операций. Однако использование ЭВМ может быть осуществлено только в том случае, если соответствующая управленческая задача формализована в виде математической, экономико-математической или логической модели, позволяющей разработать алгоритмы, а на их основе и программы, реализуемые ЭВМ. Поэтому автоматизация управления состоит в разработке системы моделей, алгоритмов, программ, а также комплекса организационно-технических мероприятий, направленных на обеспечение согласованного действия технических средств сбора, передачи и обработки информации и людей в рамках общей человеко-машинной системы для достижения поставленных перед нею целей или величин критериев эффективности функционирования.

Сказанное относится к системам управления на любых уровнях. В настоящее время выделяют: автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП), объектом управления в которых являются технические средства, участвующие в технологическом процессе производства; автоматизированные системы управления предприятия АСУП, управляемыми подсистемами в которых выступают участки, цехи, хозяйства, в основном, как экономические объекты; автоматизированные системы управления отраслями (ОАСУ), управляемые подсистемы которых включают в себя промышленные предприятия; общегосударственная автоматизированная система управления ОГАС, управляющая отраслями народного хозяйства. При этом АСУТП, АСУП и ОАСУ могут содержать несколько уровней управления.

Общая структура автоматизированной системы управления на одном уровне дана на рис. 7.1.

В *автоматических системах* процессы обработки информации и принятия решений осуществляются с использованием вычислительной техники. Вся информация передается с помощью технических средств, работой которых управляет управляющая вычислительная машина (УВМ), работающая, как правило, в реальном масштабе времени. На промышленных предприятиях автоматические системы действуют на отдельных участках (автоматические линии), объектах (полностью автоматизированные электроподстанции, железнодорожные посты на внутрипроизводственном транспорте и т. д.).

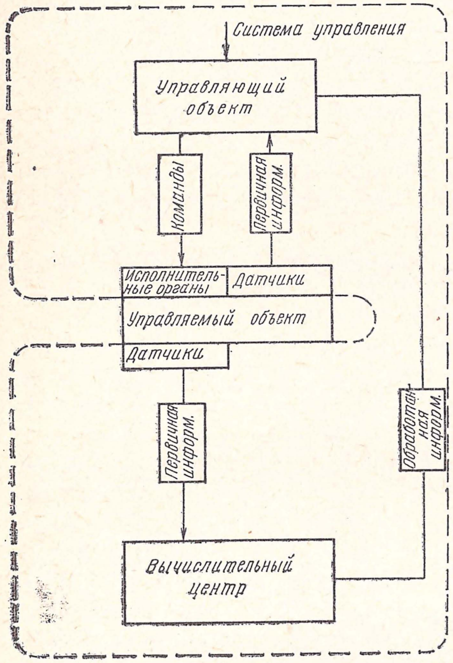


Рис. 7.1. Структура автоматизированной системы управления

На основании изложенного можно сделать вывод, что дальнейшее развитие методов и форм управления промышленными предприятиями и строительством неразрывно связано с внедрением ЭВМ. Однако накопленный уже сейчас опыт показывает, что использование ЭВМ без соответствующей системы связи, обеспечивающей своевременную и достоверную передачу информации как на вход машин, так и от машин к потребителям, оказывается нерентабельным. Поэтому в последние годы значительно усилились работы, с одной стороны, по приспособлению существующих средств связи для передачи информации на вычислительные центры, а с другой стороны, по разработке научных основ и конструированию образцов аппаратуры нового вида связи, получившего название *передачи данных*.

7.2. ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ СВЯЗИ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ИНФОРМАЦИИ НА ЭВМ

Циркулирующую в системах управления информацию принято делить по двум признакам:

1) информацию, характеризующую выполнение промышленными предприятиями и строительными организациями своих функций («информацию по функциям»);

2) информацию, характеризующую хозяйственную деятельность этих предприятий и организаций («информацию по участкам хозяйственной деятельности»).

В автоматизированных системах управления к передаче информации на вычислительные центры предъявляются определенные требования по верности и быстродействию. Верность информации обычно измеряется коэффициентом ошибок — отношением количества неверно принятых символов к общему количеству переданных, а быстродействие — в бодах (количество переданных импульсов в секунду).

Следует отметить, что передача данных на ЭВМ может осуществляться не только с помощью аппаратуры передачи данных, включая установки абонентского телеграфа, но и с помощью специальных, так называемых терминальных (периферийных) устройств, исполняющих роль автоматических или автоматизированных датчиков. К числу таких терминальных устройств, например, относятся: первичные машинки с тастатурой, с помощью которых абонент вводит непосредственно в ЭВМ соответствующую кодированную информацию о проделанной работе, выполненных объемах, использованных ресурсах и т. д.; аппараты типа кассовых, фиксирующие на перфоленту или магнитную ленту различные операции для последующего ввода в ЭВМ и т. д. Требования по отношению к верности и быстродействию относятся ко всем этим устройствам.

Требования *к верности* передаваемой информации зависят от ее содержания. Допустимая величина коэффициента ошибок при передаче информации составляет:

по планированию, учету и отчетности, материально-техническому снабжению . .	10^{-5}
по финансам и труду	10^{-6}—10^{-7}
по регулированию	10^{-4}—10^{-5}

Значения коэффициента ошибок могут быть установлены в каждом конкретном случае. Для примера рассмотрим передачу информации по сетевым графикам о ходе строительства. Эта информация, имеющая цифровую форму, поступает от строящегося объекта на ИВЦ, где рассчитываются новые параметры сетевого графика. Данные расчета, также в цифровой форме, по каналам связи передаются на строящийся объект, где на их основе определяются мероприятия, направленные на сокращение продолжительности строительных работ. Ошибки при передаче этой информации могут привести к неправильным результатам расчета на ЭВМ и, следовательно, к неверному принятию решений.

Информация по сетевым графикам обычно передается один раз в десять дней. Объем исходной информации, поступающей на ИВЦ, определяется формулой (в знаках)

$$V_1 = 7\eta n,$$

где η — коэффициент, показывающий, какая часть работ по строительству данного объекта в среднем выполняется одновременно ($\eta \approx 0{,}15$); n — общее количество работ сетевого графика (общее количество работ по строительству данного объекта).

Объем обработанной информации зависит от программы расчета сетевого графика на ЭВМ. Например, для программы АРС-1 (БЭСМ-2М) $V_2=12+136n$. Суммарный объем информации (для $\eta=0{,}15$) при одной двусторонней передаче равен $V=V_1+V_2\approx 12+$ $+137n$, а за α декад $V_\alpha=\alpha V=\alpha(12+137n)$. Срыв передачи информации в данном случае будет иметь место при появлении хотя бы одного неверно переданного знака, т. е. допустимая величина коэффициента ошибок должна быть $k_{\text{доп}}\leqslant 1/[\alpha(12+137n)]$. Например, при $\alpha=36$ и $n=500$ $k_{\text{доп}}\leqslant 1/2{,}47\cdot 10^6\approx 0{,}4\cdot 10^{-6}$.

При выявлении возникающих ошибок (например с помощью внесения искусственной избыточности) требования к допустимой величине коэффициента ошибок могут быть уменьшены. Однако они остаются весьма жесткими и превышают возможности, например, абонентского телеграфа, обеспечивающего величину коэффициента ошибок порядка 10^{-3}.

В достаточно общем виде требования к верности могут быть сформулированы следующим образом. Допустим, на вычислительный центр в рамках автоматизированной системы управления за один сеанс связи поступают сообщения, содержащие V символов. Если для передачи этих сообщений используется определенная система связи, то вероятность появления хотя бы одного сбоя за α передач может быть подсчитана по формуле

$$P_\alpha=1-(1-p_1)^\alpha, \tag{7.1}$$

где p_1 — вероятность появления сбоя при одной передаче; очевидно, эта вероятность равна коэффициенту ошибок для данной системы связи.

С другой стороны, вероятность P_α по определению равна

$$P_\alpha=1/\alpha V. \tag{7.2}$$

Используя (7.1) и (7.2), получим

$$p_1=1-\sqrt[\alpha]{1-1/\alpha V}. \tag{7.3}$$

Таким образом, верность передачи информации зависит от объема передаваемой на вычислительный центр информации и периодичности ее представления. Верность p_1 может быть рассмотрена и как функция числа абонентов системы α и объема передаваемой одним абонентом информации V. В ф-ле (7.3) величины α и V либо заданы, либо определяются на основе соответствующих техно-экономических расчетов, что позволяет рассчитать p_1, а по ней выбрать соответствующую систему связи.

Важным требованием к системе при передаче информации на ЭВМ является *быстродействие*. В настоящее время скорость передачи цифровой информации по сети абонентского телеграфа во много раз меньше скорости обработки этой информации на ЭВМ, которая в современных машинах достигает 10^6 операций в секунду. В системах, где ЭВМ функционируют в реальном масштабе времени, такое положение совершенно недопустимо. В других случаях отставание в скорости передачи информации от скорости ее обработки приводит к недоиспользованию возможности ЭВМ.

В общем виде требуемая скорость передачи, Бод, может быть определена из соотношения

$$N \geqslant sV/t_{\text{кс}}, \tag{7.4}$$

где s — количество импульсов при передаче одного символа (для сети абонентского телеграфа, например, $s=7{,}5$); V — объем информации, подлежащий передаче в один сеанс связи, выраженной в символах; $t_{\text{кс}}$ — допустимая продолжительность одного сеанса, с.

Например, если одному абоненту системы сбора и передачи информации отводится 10 мин для передачи на вычислительный центр сообщения, содержавшего 4000 символов, скорость передачи в бодах должна быть не менее

$$N = \frac{7{,}5 \cdot 4 \cdot 10^3}{10 \cdot 60} = 50.$$

Отсюда следует, что система абонентского телеграфа может использоваться по критерию быстродействия при достаточно жестких условиях функционирования автоматизированных систем управления (значительных объемах передаваемой информации и относительно небольших сроках, отводимых для этой передачи).

Из изложенного следует, что передача информации на ЭВМ предъявляет к системе связи специфические требования, удовлетворить которые имеющимися средствами связи без специальных мероприятий не представляется возможным.

7.3. ПЕРЕДАЧА ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО СЕТИ АБОНЕНТСКОГО ТЕЛЕГРАФА

Поскольку потребность в передаче цифровой информации возникла в то время, когда уже имелась развитая сеть каналов связи, наиболее быстрым способом ее удовлетворения явилось использование существующих каналов связи. Оказалось, что для передачи информации на вычислительные центры проще всего приспособить средства телеграфной связи, так как они позволяют:

— получать сообщения в виде, удобном для ввода в вычислительную машину (на перфолентах);

— автоматизировать процесс передачи и приема;

— создать единую сеть передачи информации.

Эффективное использование быстродействующих электронно-вычислительных машин в системах сбора информации связано с вводом и выводом больших объемов кодированных текстов за короткие промежутки времени с требуемой величиной достоверности. Низкая скорость телеграфирования и низкая достоверность передачи при использовании телеграфной связи не обеспечивают этой возможности. Поэтому телеграфная связь рассматривается как промежуточный этап развития средств передачи данных, который позволит сократить время внедрения систем переработки информации с помощью электронных машин за счет использования действующей сети абонентского телеграфа. При этом принимаются специальные меры для повышения достоверности передачи, сводящиеся к внесению в передаваемую информацию определенной избыточности, позволяющей на приемном конце выявить искаженные места передачи.

Использование сети абонентского телеграфа для передачи цифровой информации по сравнению с сетью телеграфа общего пользования будет целесообразным, если передаваемый объем информации в месяц, выраженный в знаках

$$V'_{\text{пер}} \geqslant \frac{A}{\frac{P'_{\text{ЦТ}}}{a_0} + P''_{\text{ЦТ}} \frac{1}{v_0} - \frac{P_{\text{ат}}}{N_{\text{э}}}}, \qquad (7.5)$$

где $P_{\text{ЦТ}}$, A и $N_{\text{э}}$ — имеют тот же смысл, что и в гл. 3; a_0 — количество знаков в тарифном слове телеграммы, передаваемой по сети телеграфа общего пользования ($a_0=5$); v_0 — количество знаков в одной телеграмме, когда полное донесение состоит из нескольких телеграмм. Пропускная способность телеграфных аппаратов $N_{\text{э}}$ в этом случае выражается количеством знаков в минуту.

Так как для повышения надежности передачи информации в основной текст вносится соответствующая избыточность, то

$$V'_{\text{пер}} = \gamma V,$$

где V — основной объем передаваемой информации; γ — коэффициент вносимой избыточности, величина которого определяется принимаемой системой повышения надежности передачи, например, при применении повторных передач $\gamma=2$, при использовании метода контрольных сумм $\gamma \approx 1{,}3$ и т. д.

Количество телеграфных аппаратов, необходимых для обеспечения передачи информации, определяется исходя из следующих соображений. В каждой системе сбора и переработки информации предусмотрен определенный контрольный срок $t_{\text{кс}}$, в течение которого информация от пункта передачи должна поступить к потребителю (например, на вход вычислительной машины). Как правило, $t_{\text{кс}}$ измеряется часами. Очевидно, что $t_{\text{кс}}=T+\tau$, где T — «чистое» время передачи информации, а τ — время, в течение которого информация заведомо не передается.

Так как $T=V_{\text{пер}}/SN_{\text{э}}$, где S — количество телеграфных аппаратов, то

$$S = \frac{V_{\text{пер}}}{N_{\text{э}}\,(t_{\text{кс}} - \tau)}. \qquad (7.6)$$

Подсчитанное по ф-ле (7.6) количество телеграфных аппаратов обеспечивает передачу заданного объема цифровой информации $V_{\text{пер}}$ от промышленного предприятия его корреспондентам в пределах установленного контрольного срока $t_{\text{кс}}$.

Поскольку при передаче цифровой информации по сети абонентского телеграфа не обеспечивается исправление возникших ошибок, то должны приниматься специальные меры, с помощью которых эти ошибки можно было бы, по крайней мере, обнаружить. Обычные тексты обладают большой избыточностью, вследствие чего даже при значительной величине коэффициента ошибок полученный текст может быть восстановлен по смыслу[1]. Цифровые тексты такой особенностью не обладают. Тем более это относится к информации, кодированной по специальным таблицам. Например, строчка оперативного донесения, содержащая сообщения о непоставке N-м заводом потребителю автопогрузчиков в количестве десяти штук, в кодированной форме имеет вид:

07	3108	10919	10	20	09
Непоставка	Условный код завода-поставщика	Индекс автопогрузчика	Количество	Число и месяц поставки по договору	

Искажение любой цифры, содержащейся в данной строчке, полностью изменит смысл, причем определить наличие искажения и тем более восстановить первоначальный текст практически не представляется возможным. Например, этот текст, принятый в виде

09 3108 10919 10 20,

будет расшифрован так: получено от завода 3108 автопогрузчиков 10 штук 20 сентября. Подобные искажения, особенно при передаче информации в рамках больших информационных систем (охватывающих целые министерства, отрасли и т. д.), совершенно недопустимы.

Для возможности обнаружения ошибок в указанных случаях в цифровой текст вносят искусственную избыточность с помощью двойной передачи информации, передачи контрольных сумм либо по горизонтали, либо по вертикали, а также комбинации двойной передачи и передачи контрольных сумм.

Если при одинарной передаче информации вероятность искажения данного знака равна 10^{-3}, то при двойной передаче вероятность необнаружения ошибки $P_{\text{необ}}$ равна вероятности того, что этот знак будет передан ошибочно дважды, т. е. $P_{\text{необ}}=10^{-3}\cdot 10^{-3}=10^{-6}$. Таким образом, двойная передача информации позволяет получить достаточно высокую вероятность обнаружения ошибки. При этом объем передаваемой информации возрастает в два раза. Следовательно, выигрывая на повышении верности, мы проигрываем на скорости передачи заданного (первоначального) объема информации.

При контрольном суммировании по горизонтали в конце каждой строки добавляется число, являющееся суммой всех чисел[2] этой строки. Приведенное выше сообщение будет выглядеть следующим образом:

---

[1] В [22] приводятся примеры текстов, содержащих пробелы, соответствующие величинам коэффициента ошибок от 10^{-1} до $5\cdot 10^{-1}$. Судя по этим примерам, при коэффициентах ошибок 10^{-1} и $2\cdot 10^{-1}$ первоначальный текст может быть восстановлен достаточно легко, при коэффициенте ошибок $3\cdot 10^{-1}$, $3{,}5\cdot 10^{-1}$, $4\cdot 10^{-1}$ — с резко увеличивающимися трудностями, а при бо́льших значениях коэффициента ошибок текст практически восстановить не удается.

[2] Иногда суммируются не числа, а цифры.

07	3108	10919	10	20	09	14073
						Контрольная сумма

Вероятность необнаружения ошибки в данном случае ничтожно мала, так как она определяется вероятностью одновременного и соответствующего искажения какого-либо числа или чисел строки и контрольной суммы.

Как и при двойной передаче, объем передаваемой информации здесь возрастает (более чем на 30%) за счет дополнительной передачи контрольных сумм и искажений, которые могут возникнуть в самих контрольных суммах, что повлечет за собой повторную передачу первоначально правильно принятых строк.

При контрольном суммировании по вертикали передаваемое донесение разбивается на несколько телеграмм, в каждой из которых суммируются все цифры столбцов. Например:

	01	20	84	15	
	02	04	34	00	
	03	13	16	41	
	05	17	21	33	
	09	21	13	65	
	11	15	07	97	
Контрольная сумма	02	02	12	22	Цифра десятков контр. суммы
	11	70	55	31	Цифра единиц контр. суммы

Вероятность необнаружения ошибки здесь равна вероятности перемены местами двух разных цифр в одном столбце. Эта вероятность меньше, чем произведение вероятностей просто искажений (без каких-либо ограничений) двух знаков. Следовательно, в данном случае $P_{\text{необ}} < 10^{-6}$.

При очень ответственных связях иногда прибегают к совместному использованию двойной передачи и контрольного суммирования по вертикали и горизонтали. Иногда применяются двойная передача и контрольное суммирование по горизонтали и т. д. Контрольное суммирование, а также проверка его правильности производятся с применением суммирующих машин. На стороне ИВЦ контрольное суммирование и проверка правильности принятого текста по искусственной избыточности выполняются ЭВМ.

Внесение искусственной избыточности не является наиболее эффективным способом контроля поступающей на вычислительный центр информации с целью определения содержащихся в ней ошибок. Это происходит вследствие того, что в данном случае, во-первых, требуется увеличение продолжительности передачи, и, следовательно, времени занятия канала, во-вторых, практически обеспечивается обнаружение ошибок, возникающих только в каналах связи (если, конечно, на передающем конце правильно подсчитаны контрольные суммы, и перфоленты донесений, подлежащих двойной передаче, идентичны). Более эффективным способом обнаружения ошибок является контроль с помощью ЭВМ поступающих донесений на основе анализа присущих им внутренней избыточности, выражаемой соответствующими логическими связями. При такой системе контроля широко используется содержательная (смысловая) сторона передаваемых донесений.

В качестве логических связей, применяемых для контроля поступающей на вычислительный центр информации, на практике используются следующие:

1. По формату сообщения: количество знаков в строке не должно превышать некоторого наперед заданного числа.

2. По структуре сообщения: проверка наличия всех показателей и служебных слов по заданной последовательности их представления.

3. По значности показателей: каждый показатель должен быть представлен числом, содержащим заданное количество знаков.

4. По виду символа: проверка показателей по принципу «цифра» или «не цифра» и сравнение с установленной структурой сообщения.

5. По времени: число месяцев в году не может быть больше 12, число дней в месяце больше 31, число недель в году больше 53 и т. д.

6. По составу и порядку функционирования системы: использование для контроля правильности сообщений справочников шифров абонентов системы, шифра системы, шифров макетов сообщений (основной, корректирующий, ответ на запрос), шифра периодичности и т. д.

7. По показателям, используемым в системе: сравнение каждого показателя с верхней и нижней допустимыми границами его величины, увязки показателей друг с другом (например, сумма двух показателей должна быть равна третьему, один показатель всегда меньше или больше другого и т. п.), проверка наличия или отсутствия показателей при каждом периоде представления информации и т. д.

Возможно применение и других соотношений, с помощью которых всесторонний контроль правильности принятых сообщений передается ЭВМ.

Машинный контроль поступающих сообщений позволяет резко повысить вероятность обнаружения ошибки, причем контролем охватываются не только ошибки, возникающие в канале связи, но и ошибки составителя сообщения. Поскольку машинный контроль осуществляется одновременно по нескольким признакам, суммарная вероятность обнаружения ошибки может быть определена по формуле

$$P_{\text{об}} = 1 - \prod_{n} (1 - P_i), \tag{7.7}$$

где P_i — вероятность обнаружения ошибки с помощью i-го признака машинного контроля; n — число используемых признаков машинного контроля.

Допустим, в системе машинного контроля используется десять признаков, каждый из которых позволяет обнаружить ошибку с вероятностью, равной $P_i=0{,}5$. Тогда суммарная вероятность обнаружения ошибки $P_{об}=1-(1-0{,}5)^{10}=0{,}999$.

Из этого примера видно, что при использовании многих признаков логического контроля, каждый из которых в отдельности имеет сравнительно невысокую вероятность обнаружения ошибки, можно добиться достаточно высокой величины вероятности обнаружения ошибки в целом по системе контроля.

Машинная система контроля входной информации не только резко увеличивает надежность производимой ее проверки, но и уменьшает время передачи по каналам связи, так как исключается необходимость передачи избыточной информации. Кроме того, ЭВМ может осуществлять контроль в реальном масштабе времени при так называемом открытом канале, и абоненту будут незамедлительно сообщены все обнаруженные в переданном им сообщении ошибки для исправления. В данном случае резко уменьшаются занятие каналов и затраты времени на установление соединения при осуществлении повторных (после передачи сообщения на вычислительный центр) запросов по ошибкам. Эти преимущества достигаются за счет использования весьма дорогостоящего машинного времени. Поэтому требуемая жесткость контроля и способы его реализации должны определяться в каждом конкретном случае на основе соответствующих техно-экономических расчетов.

7.4. СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Функционирование автоматизированных систем управления невозможно без наличия сетей передачи данных, которые предназначены для объединения автономных устройств и систем, обеспечивающих передачу информации от периферийных устройств в центры обработки данных, и наоборот. Сеть передачи данных является совокупностью различных элементов, взаимодействие которых показано на рис. 7.2. В зависимости от назначения АСУ

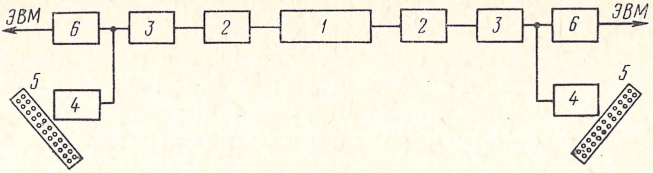


Рис. 7.2. Структурная схема сети передачи данных:

1 — канал связи; 2 — модем; 3 — устройство защиты от ошибок; 4 — считыватель (перфоратор); 5 — документ (например перфолента); 6 — устройство сопряжения (при непосредственном вводе информации в ЭВМ)

(ОАСУ, АСУП, АСУТП) сети передачи данных могут иметь различное построение и состав.

Для передачи данных используются выделенные или коммутируемые каналы. Использование коммутируемых каналов имеет следующие преимущества;

— структура системы обмена информацией инвариантна по отношению к дислокации обслуживаемых абонентов АСУ;

— повышается коэффициент использования каналов;

— для передачи данных не требуется устройств, корректирующих качество канала связи;

— стоимость передачи информации по междугородным коммутируемым каналам ниже, чем по арендованным некоммутируемым.

В то же время использование коммутируемых каналов имеет следующие недостатки:

— затруднена автоматическая передача информации к абоненту (требуется применение специальных устройств «Автонабор», управляемых ЭВМ);

— отсутствует возможность организации приоритетной передачи информации от абонентов в вычислительный центр;

— невозможна передача информации в реальном масштабе времени;

— скорость передачи информации в два раза меньше, чем по некоммутируемым каналам;

— верность передачи информации ниже, чем по некоммутируемым каналам связи на один-два порядка.

В АСУП и АСУТП, как правило, используются некоммутируемые каналы связи, в ОАСУ — коммутируемые и некоммутируемые каналы.

Различают низкоскоростную систему передачи данных со скоростью 50—300 Бод, среднескоростную — от 600 до 12 000 Бод, высокоскоростную — от 12 000 Бод и выше.

Низкоскоростные системы в составе АСУП и АСУТП используются для сбора информации о состоянии управляемых объектов и ее обработки в ИВЦ. Среднескоростные системы передачи данных используются для обмена информации между вычислительными комплексами и устройствами ввода—вывода, а также между устройствами ввода—вывода. Высокоскоростные системы передачи данных используются в автоматизированных системах управления быстропротекающими процессами, работающих в реальном масштабе времени.

Передача информации производится одним из трех способов: симплексным, полудуплексным и дуплексным. Наибольшее распространение получили симплексный и полудуплексный способы передачи.

При передаче информации возможно использование одного из следующих способов «ввода—вывода»:

— с носителя информации (перфоленты, перфокарты и т. п.);

— с клавиатуры и специальных пультов;

— с ЭВМ и с непосредственным вводом в ЭВМ;

— со специальных считывателей (световой карандаш, непосредственно с машинописного текста и др.).

Основой сети передачи данных является аппаратура передачи данных (АПД), в состав которой входят: модем (устройство преобразования сигналов); устройство защиты от ошибок (УЗО); средства установления соединения и служебной связи; корректирующие устройства; аппаратура контроля и управления соединением; устройство ввода—вывода информации.

Наиболее распространенными АПД являются «Аккорд-1200ПП», «Минск-1500» и АПД-1У.

Аппаратура «Аккорд-1200ПП» работает по некоммутируемым и коммутируемым каналам ТЧ, а также по физическим цепям в диапазоне частот 0,3—2,7 кГц. Скорость передачи в прямом канале равна 600 или 1200 Бод, а в обратном канале, предназначенном для решающей обратной связи при обнаружении ошибок — 75 Бод. Дальность связи при скорости передачи 600 Бод составляет 14 000 км, при 1200 Бод — 6000 км. По физическим цепям городской и производственной телефонных сетей обеспечивается дальность связи 15—25 км. Уровень выхода передатчика составляет $0 \div 17{,}5$ дБ, а уровень приема находится в пределах от —4,3 до —35 дБ при частоте $f = 1{,}7$ кГц.

Комплект АПД «Аккорд-1200ПП» состоит из приемопередатчика с устройством защиты от ошибок, стола оператора с модемом, блоком питания и устройством сопряжения, фотосчитывающего устройства, ленточного перфоратора, прибора для работы по некоммутируемым каналам, телефонного аппарата.

Аппаратура «Минск-1500» осуществляет передачу и прием информации со скоростью до 2400 Бод при верности $1 \cdot 10^{-6}$ по коммутируемым физическим абонентским и соединительным (неуплотненным) каналам городских и производственных телефонных сетей.

Аппаратура АПД-1У используется в автоматизированных системах управления для передачи буквенно-цифровой информации между периферийными операторами и центральной ЭВМ типа М-3000, БЭСМ-4М, а также ЭВМ ЕС («Ряд») и М-4030 через специальное устройство сопряжения.

Аппаратура работает по некоммутируемым каналам ТЧ со скоростью передачи 600, 1200 Бод и обеспечивает дальность связи 12 500 км. Кроме того, она работает по физическим каналам производственных и городских телефонных сетей и обеспечивает дальность связи: 15—25 км (АПД-1У-ТП), 8—10 км (АПД-1У-ФП), до 20 км (АПД-1У-ТГ). Выходные уровни передачи аппаратуры составляют: +5 —12 дБ (АПД-1У-ТП); $0 \div 2{,}4$ В постоянного тока (АПД-1У-ФП); ±60 В или ±20 В постоянного тока (АПД-1У-ТГ). Приемные уровни аппаратуры составляют: 35 дБ (АПД-1У-ТП при частоте 0,8 кГц) и 40—50 мА (АПД-1У-ТГ).

Ввод—вывод данных на стороне оператора АПД-1У осуществляется со специального пульта, обеспечивающего набор на клавиатуре и визуальный контроль информации на электроннолучевой трубке. В комплект устройства входят два полукомплекта: один на входе в ЭВМ (АПД-1УМ), другой — на стороне выхода к пультам (АПД-1УП).

Абонентские пункты (АП) третьего поколения ЭВМ представляют собой комплекс оборудования для удаленных абонентов, обеспечивающий сбор и передачу данных по каналам связи, нанесение информации на различные носители, ввод и вывод данных, защиту от ошибок, установление соединения, служебную связь и управление всеми перечисленными операциями.

В состав абонентских пунктов ЭВМ ЕС входят:

— устройство преобразования сигналов (модем — для каналов ТЧ, УПСТГ — для каналов ТГ, УПСНУ — для физических цепей, осуществляющее посылку и прием импульсов постоянного тока низкого уровня);

— устройство защиты от ошибок (УЗО);

— внешние устройства (считыватели с перфолент, перфокарт, магнитных лент и дисков, перфораторы, накопители, печатающие механизмы, электроннолучевые трубки с клавиатурой);

— устройство управления и сопряжения;

— контрольно-испытательные стенды.

Абонентские пункты могут работать в двух режимах:

1) между собой через канал связи;

2) при непосредственном подключении к ЭВМ через канал связи.

Имеется большое количество разновидностей абонентских пунктов ЭВМ ЕС. В качестве примера кратко рассматриваются абонентские пункты АП-2 и АП-5.

Абонентский пункт АП-2 предназначен для передачи данных по выделенным и коммутируемым телефонным и телеграфным каналам связи. В состав его входят стол оператора с установленной на нем электрической пишущей машинкой и тумба с вводно-выводными устройствами. В качестве носителя информации используется перфолента или перфокарта с краевой перфорацией, бланк пишущей машинки и устройство преобразования сигналов. Логические узлы, пульты управления и сигнализации расположены на столе оператора. Для служебной связи АП-2 комплектуется телефонным и телеграфным аппаратом.

Основным режимом работы АП-2 является обмен данными по каналу связи. В работе используется помехозащитный код с продольнопоперечной проверкой на четность. Для оценки состояния абонентского пункта и локализации неисправностей предусмотрен режим контроля.

Ниже приведены технические характеристики АП-2:

Верность передачи информации при вероятности ошибок в канале не более $1 \cdot 10^{-3}$, не хуже	$2 \cdot 10^{-6}$
Скорость передачи по каналу	50; 100; 200 Бит/с
Длина блока данных	15; 30; 45 знаков
Габариты:	
стола	1230×930×610 мм
тумбы	910×710×760 мм

Масса (общая)	330 кг
Выходной уровень	0—28 дБ
Приемный уровень на частоте 980—1860 Гц	0—43 »

Абонентский пункт АП-5 предназначен для работы в системе первичного сбора данных, а также вывода данных, обработанных на ЭВМ, и используется в автоматизированных системах управления производством (АСУП). Может работать по каналам ТЧ и физическим цепям. При использовании модема дальность связи по каналу ТЧ — 14 000 км, а по физическим цепям (кабель с диаметром жилы 0,5 мм) в случае применения УПСНУ — 30 км. Скорость передачи составляет 200, 600, 1200 Бод. Возможно подключение до 15 абонентских пультов операторов, с удалением их от стойки управления АП-5, имеющей блок разветвления до 1000 м.

Отображение информации с помощью электроннолучевых трубок (ЭЛТ) создает принципиально новые возможности оперативного обмена информацией между оператором (абонентом) и ЭВМ без использования промежуточных носителей (перфолент, печатных бланков, перфокарт и т. п.). Процедура воспроизведения информации заключается в том, что код знака или группы знаков, передаваемых из ЭВМ на устройство отображения, преобразуется там в напряжения, управляющие лучом электроннолучевой трубки, который вычерчивает знак на экране.

Структурная схема построения устройств воспроизведения знаков изображена на рис. 7.3. В знакоформирующих устройствах используются элементы как цифровой, так и аналоговой техники.

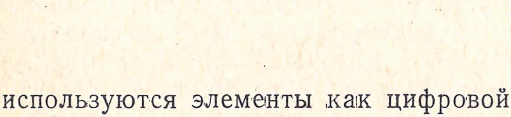


Рис. 7.3. Структурная схема построения устройств формирования знаков:

1 — программный датчик; *2* — блок выбора знаков; *3* — блок запоминания и формирования знаков; *4* — блок выбора положения знаков на экране; *5* — информационная система; *6* — электроннолучевая трубка; *I* — сигнал разрешения; *II* — коды знаков; *III* — коды положения знаков; x, y — координаты знаков; x_0, y_0 — координаты местоположения знаков

Формирование контура знака основано на принципе использования двух параметрически связанных функций, например $x=x(t)$ и $y=y(t)$, зависящих от общего параметра t. Эти функции могут быть представлены с помощью двух напряжений $u_x=u_1(t)$ и $u_y=u_2(t)$, приложенных к пластинам x и y ЭЛТ.

Выбор положения каждого знака на экране ЭЛТ определяется направлением затемненного луча в точку с координатами x_0 и y_0, определяемых знакоотклоняющими напряжениями U_{x_0}, U_{y_0}. Напряжения, которыми задаются эти координаты, остаются неизменными на всем интервале формирования данного знака. Перед началом вычерчивания следующего знака обе величины изменяются скачком, благодаря чему луч переходит в точку с новыми координатами x_0, y_0.

Одним из устройств отображения информации с помощью ЭЛТ является так называемая станция индикации данных типа СИД-1000. Станция СИД-1000 предназначена для связи абонента с системой обработки данных в реальном масштабе времени, а также для обмена информацией между оператором и вычислительной машиной в системах автоматического управления с использованием средств вычислительной техники. Станция применяется в различных отраслях промышленности, в системах автоматического проектирования, выполняемых на базе вычислительного комплекса типа АСВТ-М.

Кроме визуального отображения информации, станция индикации данных обладает следующими средствами редактирования: перенесение указателя вверх, вниз, вправо, влево; возврат указателя в начало кадра; перевод указателя в начало следующей строки; сдвиг информации по строке, стирание информации по кадру, познаковое стирание.

Конструктивно станция выполнена в виде стола, на котором размещены клавиатура и блок индикации символов. Внутри стола расположены блок управления и источники питания. Блок индикации символов состоит из электроннолучевой трубки 35ЛБ6Б, блоков и разверток знакогенератора типа ЗН-2. Блоки питания и блок управления выполнены на базе соответствующего оборудования вычислительного комплекса типа АСВТ-М.

Основные технические данные СИД-1000 следующие:

Количество символов на экране	1024
Количество строк	16
Количество символов в строке	64
Ансамбль алфавитно-цифровых знаков, не менее	96
Частота смены кадра на экране, не менее	50 Гц
Разрядность информации	8 Бит
Яркость изображения, не менее	100 Нит
Потребляемая мощность, не более	270 Вт

К вычислительному комплексу СИД-1000 присоединяется с помощью модулей МППД или МБПД.

Ввод дискретной информации в ЭВМ производится через специальные устройства ввода, которые преобразуют поступившие данные и выдают в вычислительный комплекс сигналы от двухпозиционных, кодовых и число-импульсных датчиков. При использовании ЭВМ типа М-6000 вычислительного комплекса АСВТ-М сигналы передаются по линиям связи с напряжением 2,4÷28,8 В при допустимом сопротивлении на участке от двухпозиционного датчика до модуля ввода от 150 до 6000 Ом. Учитывая большое количество подключаемых к ЭВМ линий связи (максимальная емкость системы при применении М-6000 свыше 7,5 тысяч точек без использования возможностей уплотнения линий связи для сосредоточенных групп датчиков), целесообразно применение кабелей связи с диаметром жил 0,32; 0,4; 0,5 мм, которые обеспечивают удовлетворение указанных выше норм по напряжению и сопротивлению при расстояниях от датчика до ЭВМ 0,5÷40 км.

Сеть передачи дискретной информации может быть построена с использованием телефонных распределительных шкафов и боксов типа БКТ, на которых производится распределение линий связи по различным направлениям и объединение их в крупные пучки. Телефонные пары (в отдельно прокладываемых кабелях или кабелях комплексной телефонной сети) используются и для включения вводно-выводных устройств (ВВУ), в состав которых входят телетайп, приставки автоматики и пишущие машинки. Допустимое сопротивление двухпроводной линии связи к телетайпу составляет: 1000 Ом при напряжении ±20 В и 3000 Ом при напряжении ±60 В.

7.5. СОПРЯЖЕНИЕ ЭВМ И КАНАЛОВ СВЯЗИ

Непосредственный ввод информации из каналов связи в ЭВМ без использования промежуточных носителей позволяет значительно ускорить процесс ее обработки. Для осуществления непосредственной связи ЭВМ с каналами связи и периферийными устройствами требуется дополнительное оборудование — аппаратура сопряжения ЭВМ с каналами связи, которая выполняет следующие операции:

— поэлементную передачу информации в каналы связи;

— поэлементный прием информации из каналов связи;

— повышение верности информации, принимаемой из каналов связи;

— обработку служебных знаков и выработку соответствующих управляющих сигналов и решений;

— выполнение функций побитной или позначной синхронизации;

— передачу различных тестов для осуществления измерений на линиях связи.

Известно несколько типов устройств сопряжения (мультиплексеров), в том числе:

«Минск-1560» — состоит из устройства управления, четырех линейных блоков, пульта оператора и предназначено для коммутации и согласования каналов связи с ЭВМ «Минск-32». Устройство обеспечивает независимую и одновременную работу до 32 телеграфных (с наращиванием по 8) и четырех телефонных каналов связи. Каждый из подключенных к аппаратуре каналов может работать в режиме приема или передачи информации. Уровни передачи и приема по телефонным каналам соответствуют нормам МККТ, режим работы по телеграфным каналам — однополюсный с рабочими токами в линии — 20÷30 или 40÷60 мА.

К устройству «Минск-1560» могут быть подключены: коммутируемые аппаратурой АТА телеграфные каналы, местные телеграфные линии (физические пары проводов); телефонные линии, прямые и коммутируемые через аппаратуру передачи данных «Аккорд-1200ПП», «Сбор-1», «Минск-1500» и др.

В качестве абонентских пунктов могут быть использованы телеграфные аппараты, регистраторы производства различных типов, подключаемые через дополнительные блоки согласования БСРП и БСК по прямым линиям или коммутируемым линиям через АТС, а также устройства отображения информации на электроннолучевой трубке типа «Днепр».

Абоненты, работающие в системе с ЭВМ, могут дистанционно производить ввод информации в ЭВМ, запрашивать какие-либо справочные данные, получать результаты вычислений. Установление соединения со стороны ЭВМ для вывода информации абонентам по местным телеграфным линиям производится автоматически, по линиям АТА и телефонным линиям через АТС — оператором.

Потребляемая от сети 220/380 В мощность составляет 3,5 кВА. К ЭВМ «Минск-32» может быть подключено три комплекта аппаратуры «Минск-1560».

МПД-1, МПД-1А — используются для межмашинного обмена и присоединения абонентских пунктов АП системы ЭВМ ЕС («Ряд»).

МПД-2 — предназначено для межмашинного обмена и присоединения большого количества АП (до 176 каналов) системы ЭВМ ЕС («Ряд»).

МПД-3 применяется в высокоскоростных системах передачи данных.

МПД-4 предусмотрено для применения в сетях передачи информации со скоростями 50—1200 Бод, при количестве каналов до 12.

УВТЛ-М — предназначено для сопряжения среднескоростной сети передачи данных ЭВМ типа М-4030 вычислительного комплекта АСВТ. Дальность связи по коммутируемым и некоммутируемым телефонным каналам и физическим цепям не превышает 5 км. Для вызова абонентских пунктов по коммутируемым сетям используется автонабор. Устройство УВТЛ-М обеспечивает также обмен данными с экранными пультами (дисплеями) типов ЭП-1, ЭП-2, входящими в состав вычислительного комплекса АСВТ.

УВТЛ-Т — предназначено для организации непосредственного взаимодействия удаленных абонентов низкоскоростных сетей передачи данных с ЭВМ М-4030 при скорости 50, 100 Бод. К устройству можно подключить 15 телеграфных аппаратов по коммутируемым и некоммутируемым телеграфным каналам и физическим цепям. При работе по коммутируемым телеграфным каналам соединение производится автоматически через блок автовызова; имеется возможность подключения автонабора.

МППД (А-721-2) и *МБПД (А-721-1)* — модули, используемые для обмена информацией между ЭВМ типа М-6000, а также для подключения станции индикации данных.

Модуль параллельной передачи данных (МППД) обеспечивает передачу данных со скоростью 50 знаков в секунду по телефонному некоммутируемому каналу связи или по одной симметричной паре физической линии связи в диапазоне 700—3400 Гц при затухании до 27 дБ на частоте 800 Гц. Он предназначен для преобразования восьмиразрядного двоичного кода в параллельный многочастотный сигнал, передачи его по телефонному каналу или линии связи, приема поступающих из линии сигналов и преобразования их в первоначальный вид.

Модуль устанавливается с обоих концов канала или линии связи и состоит из восьма блоков, в том числе четырех модуляторов-демодуляторов. Количество используемых частотных генераторов — 16, кодирование при передаче осуществляется комбинацией «4 из 16», уровень сигнала на выходе передатчика — 0,78 В, чувствительность приемника не хуже —0,04 В.

Модуль быстрой передачи данных МБПД преобразует параллельный девятиразрядный код (восемь двоичных разрядов плюс контрольный разряд), поступающий из ЭВМ типа М-6000, в последовательный двоичный код со скоростью 400 тыс. Бод, передачу его в линию связи, прием поступающих из линии сигналов и преобразование их в первоначальный вид. Передача и прием информации производится по двум отдельным радиочастотным кабелям типа РК, имеющим волновое сопротивление 75 Ом и длину до 1 км.

Конструктивно МБПД выполнен на двух платах; питание модуля осуществляется напряжением +5 В и +12 В от источников питания ЭВМ типа М-6000.

Глава 8

Линейные сооружения

8.1. СОСТАВ КОМПЛЕКСНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СЕТИ

Основным элементом линейных сооружений на промышленных предприятиях является комплексная телефонная сеть. В состав комплексной телефонной сети входят линии: производственной автоматической телефонной связи; диспетчерской телефонной связи; производственной громкоговорящей связи с абонентскими усилителями; телеграфа и фототелеграфа; электрочасофикация; пожарной и охранной сигнализации; устройств телеуправления, телесигнализации и телеизмерения; а также передачи информации в вычислительные центры. Как правило, в комплексную телефонную сеть включаются и линии транспортной связи.

Включаемые в комплексные телефонные сети линии должны удовлетворять определенным требованиям. В частности, они должны иметь такие параметры, чтобы исключалось их влияние на параллельные цепи. Влияние линии телефонной связи на параллельные цепи, также используемые для телефонной передачи, будет сведено к минимуму, если переходное затухание между этими парами на ближнем конце на частоте 800 Гц будет не менее 70 дБ. Эта норма применяется только в том случае, если по всем парам данного кабеля передаются сигналы с одним и тем же уровнем. В кабели же комплексной телефонной сети включаются линии самого различного назначения, и передача производится как постоянным, так и переменным током с напряжением от долей вольта до 120 В, поэтому указанная норма повышается. Кроме того, она в значительной мере изменяется в зависимости от загрузки кабеля рассматриваемой сети линиями различного назначения.

Передача сигналов по сетям связи в системах телемеханики и передачи данных, линии которых включаются в комплексные телефонные сети, осуществляется со следующими напряжениями, В:

все виды телефонной связи	0,52—0,775
производственная громкоговорящая связь с абонентскими усилителями	до 2
телеграф и передача дискретной информации (импульсы постоянного тока)	до 60
фототелеграф	до 0,775
электрочасофикация (импульсы постоянного тока) . . .	24, 48 или 60
тревожная сигнализация (импульсы постоянного тока) . .	24, 48 или 60
телемеханика (импульсы постоянного тока)	2,5—60
телемеханика (переменный ток)	1,2—2
передача данных в спектре частот 300—3400 Гц . . .	до 0,775

Отсюда следует, что по линиям телефонной связи передается сигнал с наиболее низким уровнем (—3,5÷0 дБ) и, следовательно, телефонная связь подвергается влиянию со стороны других линий, включаемых в комплексную телефонную сеть и используемых для других целей. Это влияние проявляется либо в виде внятных разговоров, переходящих с линий производственной громкоговорящей связи с абонентскими усилителями, либо в виде шума при работе на параллельных линиях телеграфа, фототелеграфа, электрочасофикации, тревожной сигнализации, систем телемеханики, передачи данных.

В соответствии с рекомендациями, содержащимися в [16], для обеспечения нормального качества телефонной связи суммарная допустимая величина напряжения псофометрических помех[1] от линий другого назначения не должна превышать 0,65 мВ, т. е. $\sqrt{\sum_{i=1}^{m}(u_i)^2}\leqslant 0{,}65$, где u_i — напряжение помех, создаваемое линиями i-го назначения, а m — число различных видов линий, совмещенных в кабелях комплексной телефонной сети (без телефонной связи).

При включении линий производственной громкоговорящей связи с абонентскими усилителями в кабели комплексной телефонной сети с целью ограничения влияния на соседние телефонные цепи допустимая величина переходного затухания в децибелах на ближнем конце между каждой цепью громкоговорящей связи и телефонной цепью не должна быть меньше

---

[1] Псофометрическим напряжением называется такое напряжение частоты 800 Гц, которое, действуя на зажимах телефона, вместо индуктированных напряжений с различными частотами создает одинаковое с ними мешающее действие на телефонную передачу.

$$A_0 = \left[8 + \frac{1}{2}\ln k + \ln\left(1 + \frac{n}{2}\right)\right] \cdot 8{,}69,$$

где A_0 — нормируемая величина переходного затухания на ближнем конце цепи; k — количество систем производственной громкоговорящей связи, включаемых в кабель комплексной телефонной сети; n — количество линий производственной громкоговорящей связи в кабеле.

Линии телеграфной связи включаются в кабели комплексной телефонной сети по двухпроводной схеме. Линейное напряжение создается аккумуляторной батареей с заземленной средней точкой, что вызывает снижение результирующего переходного затухания за счет появления асимметрии.

Переходное затухание на ближнем конце на частоте 800 Гц между цепями, отведенными для телеграфирования, и телефонными цепями должно быть не менее 78 дБ, причем в одном кабеле не допускается включение более пяти линий телеграфной связи. При включении перед каждым телеграфным аппаратом фильтра ТГФ-0,127 напряжение помехи снижается примерно в десять раз. Количество телеграфных цепей в кабелях комплексных телефонных сетей в данном случае не ограничивается. Норма переходного затухания может быть уменьшена до 70 дБ. Взамен применения фильтров возможно использование каналообразующей аппаратуры «Агат», снижающей напряжение в линии до 6 В.

При передаче по линиям импульсов постоянного тока (спорадические системы — электрочасофикация, тревожная сигнализация, телемеханика) в телефонных цепях индуктируется помеха, мешающее действие которой оценивается величиной псофометрического напряжения. Количество двухпроводных линий, предоставляемых в кабелях комплексных телефонных сетей для обеспечения действия спорадических систем по симметричной схеме, не ограничивается.

Число линий для включения в кабели комплексной телефонной сети устройств циклических систем телемеханики как постоянного, так и переменного тока ограничивается напряжением передаваемого сигнала, длительностью импульсов постоянного тока, частотой заполнения импульсов переменного тока, а также загрузкой кабелей линиями другого назначения. При переходном затухании 70—87 дБ число этих цепей может достигать 15. Соответствующие таблицы приведены в [16]. Линии сигнализации, телемеханики, передачи данных, громкоговорящей связи и др., включаемые в комплексную телефонную сеть, должны быть двухпроводными и по ним должны передаваться сигналы в симметричном режиме, т. е. по разным проводам цепи должен протекать ток одной величины, но взаимно-противоположного направления. В этом случае влияние на соседние цепи кабеля или воздушной линии будет минимальным по сравнению, например, с однопроводными цепями, использующими в качестве обратного провода землю. Таблицы, приведенные в [16], в основном, справедливы и для линий передачи данных, включаемых в кабели комплексной телефонной сети.

8.2. ПОСТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СЕТИ

Вне зависимости от загрузки кабелей комплексной телефонной сети последняя строится по общим правилам, исходя из обеспечения наилучших технико-экономических показателей. Все линии, включенные в комплексную телефонную сеть, проходят общие коммутационные устройства (шкафы и пр.) независимо от назначения и использования этих линий. Основную часть загрузки комплексных телефонных сетей на промышленных предприятиях составляют линии производственной автоматической телефонной связи. Поэтому автоматическая телефонная станция предприятия является центром этой сети и на ее кросс сходятся кабели от многих оконечных общезаводских слаботочных устройств, использующих линии комплексной телефонной сети. Крупными коммутационными узлами на комплексных телефонных сетях являются также диспетчерские пункты.

Как правило, комплексная телефонная сеть на промышленных предприятиях строится по шкафной системе, как и городские телефонные сети. Однако построение ее на промышленных предприятиях имеет целый ряд специфических особенностей.

При построении линейных сетей по шкафной системе можно выделить четыре отличных друг от друга участка:

1) от АТС до распределительного шкафа — магистральная сеть;

2) от распределительного шкафа до распределительной коробки — распределительная сеть;

3) между распределительными шкафами — межшкафная сеть;

4) от распределительной коробки до оконечного устройства — абонентская проводка.

В практике иногда встречается и так называемая местная сеть, соединяющая оконечные устройства между собой, помимо распределительной сети здания.

В зависимости от участка прокладки кабели комплексной телефонной сети также называются соответственно магистральными, распределительными, межшкафными и абонентскими. Примерная схема комплексной телефонной сети предприятия приведена на рис. 8.1.

В целях повышения надежности сети в распределительные шкафы следует включать два магистральных кабеля, проложенных по разным трассам или в разных каналах телефонной канализации. В качестве распределительных шкафов на промышленных предприятиях очень часто используются вводные устройства цеховых диспетчерских или иных установок. Это упрощает включение в

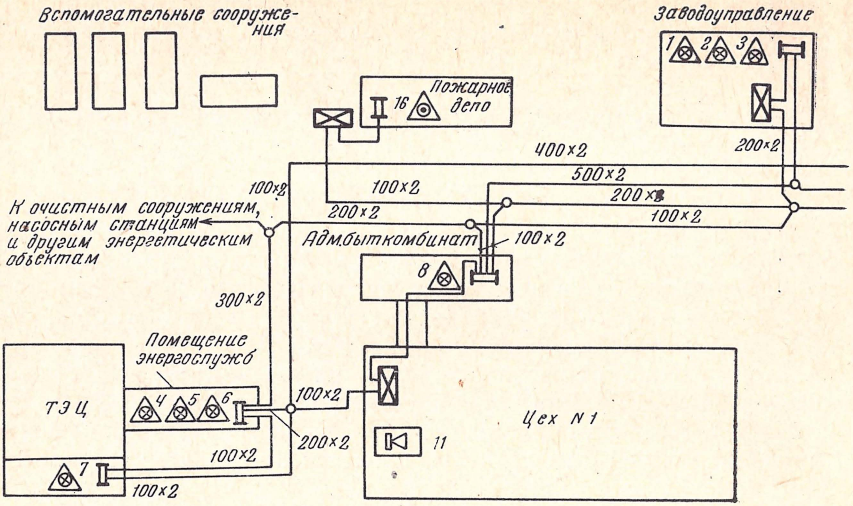

Вспомогательные сооружения
Заводоуправление
1
2
3
Пожарное депо
16
400×2
200×2
500×2
100×2
100×2
200×2
100×2
200×2
К очистным сооружениям, насосным станциям и другим энергетическим объектам
Адмбыткомбинат
100×2
8
300×2
Помещение энергослужб
ТЭЦ
4
5
6
100×2
200×2
Цех № 1
11
100×2
7
100×2

Рис. 8.1. Примерная схема магистральной телефонной сети завода:

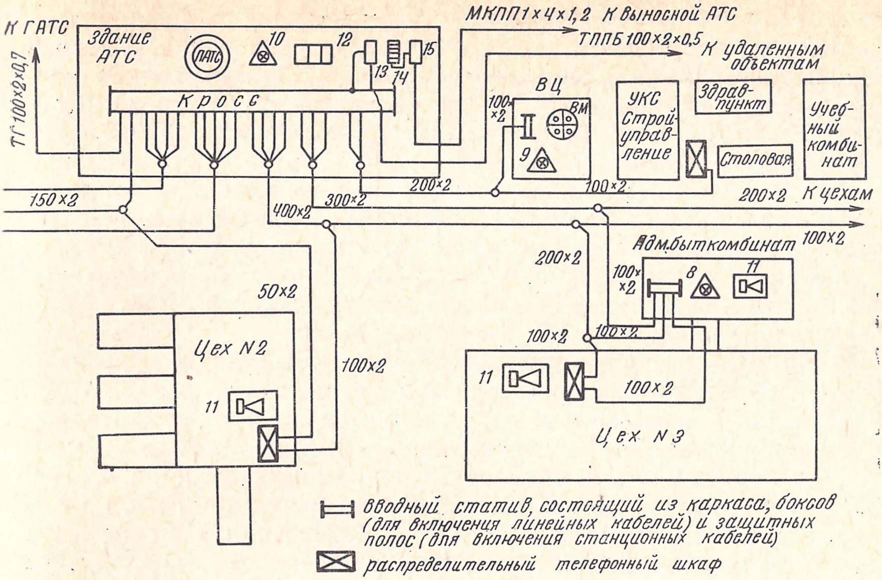
1 — коммутатор директора; *2* — коммутатор главного инженера; *3* — коммутатор главного
диспетчера электроснабжения; *6* — коммутатор диспетчера водоснабжения; *7* — коммутатор
петчера ВЦ; *10* — коммутатор диспетчера цеха технологической диспетчеризации (цеха свя-
завода; *13* — мостовые усилители; *14* — стойка аппаратуры ВЧ уплотнения; *15* — вводно-ка-

комплексную телефонную сеть линий цеховых слаботочных устройств, облегчает условия эксплуатации линейного хозяйства, а также сокращает объем линейного оборудования.

В качестве вводных устройств используются кроссы или защитные полосы, входящие в комплект станций диспетчерской телефонной связи (например, такой кросс входит в состав станции ЭДТС-66), стандартные вводные устройства типа ВУ с установкой на них 15 защитных полос 25×2 и 12 штифтовых рамок 22×4 (размер шкафа 775×440×2305 мм), а также нестандартные вводные стативы, представляющие собой каркас, на котором размещаются боксы и защитные полосы. В отдельных случаях в качестве вводных устройств используются защитные или громоотводные полосы, устанавливаемые на стене вблизи небольших коммутаторов. Абонентские линии телефонной связи, выходящие на воздушную сеть, оборудуются устройствами грозозащиты, предохранителями и термическими катушками, а кабельные линии оборудуются только угольными разрядниками и термическими катушками.

Защитные полосы емкостью 25×2 изготавливаются с испытательными гнездами (по два на каждую линию), которые дают возможность произвести раздельные испытания в сторону линии или станции с помощью испытательного прибора, а также быстро отключить линию от станции с помощью изоляционной вилки.

Включение кроссов, вводных устройств и вводных стативов в


К ГАТС
ТГ 100×2×0,7
Здание АТС
ПАТС
10
12
13
14
15
Кросс
МКПП 1×4×1,2 К выносной АТС
ТППБ 100×2×0,5 К удаленным объектам
ВЦ
100×2
ВМ
9
УКС Стройуправление
Здравпункт
Столовая
Учебный комбинат
150×2
200×2
300×2
400×2
100×2
200×2 К цехам
100×2
200×2
Адм.быткомбинат
100×2
8
11
50×2
Цех N2
11
100×2
100×2
100×2
100×2
11
Цех N3
вводный статив, состоящий из каркаса, боксов (для включения линейных кабелей) и защитных полос (для включения станционных кабелей)
распределительный телефонный шкаф

диспетчера завода; *4* — коммутатор старшего диспетчера энергохозяйства; *5* — коммутатор диспетчера ТЭЦ; *8* — коммутатор диспетчера производственного цеха; *9* — коммутатор дис- зи); *11* — установка ПГС с абонентскими усилителями; *12* — щит контроля устройств связи бельная стойка; *16* — станция пожарной сигнализации

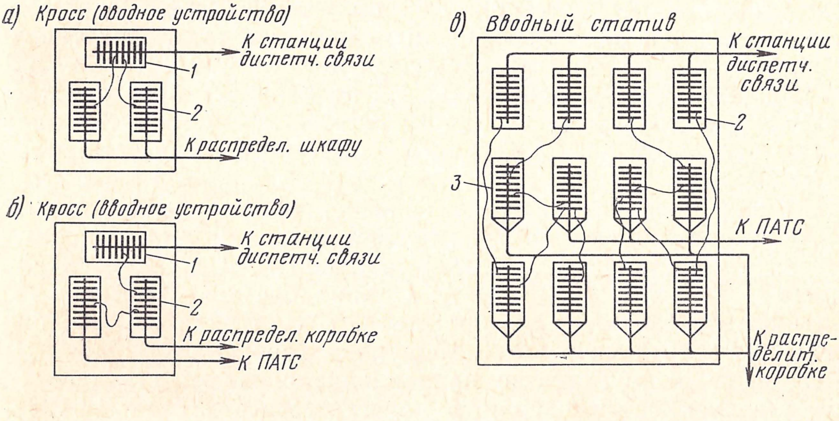

а) Кросс (вводное устройство)
К станции диспетч. связи
1
2
К распредел. шкафу
б) Кросс (вводное устройство)
К станции диспетч. связи
1
2
К распредел. коробке
К ПАТС
в) Вводный статив
К станции диспетч. связи
2
3
К ПАТС
К распределит. коробке

Рис. 8.2. Схема кроссировки линий на кроссах, вводных устройствах и вводных стативах узлов производственной связи:
а) использование кросса (вводного устройства) в качестве защитно-кроссировочного устройства; *б)* использование кросса (вводного устройства) в качестве защитно-кроссировочного и распределительного устройства; *в)* использование вводного статива нестандартного изготовления в качестве защитно-кроссировочного устройства и распределительного шкафа;
1 — рамки со штифтами; *2* — защитные полосы; *3* — боксы

комплексную телефонную сеть может быть выполнено тремя различными способами, как изображено на рис. 8.2.

Особенностью слаботочной сети промышленного предприятия являются частые перестановки устройств в пределах территории предприятия. Шкафная система построения сети позволяет наиболее легко производить требуемые переключения. Наличие в одних и тех же кабелях (а соответственно этому и в одних и тех же распределительных устройствах) линий различного назначения обеспечивает перераспределение загрузки комплексной телефонной сети в случае производственной необходимости или нехватки емкостей действующих кабелей. Например, при внедрении новых систем телемеханики для их работы могут быть выделены пары, ранее использовавшиеся для подключения к АТС менее ответственных абонентов.

Экономичность построения комплексной телефонной сети определяется, в частности, величиной эксплуатационного запаса кабелей. Под *эксплуатационным запасом* обычно понимается отношение свободной емкости кабеля к задействованной емкости, выраженное в процентах. Чем меньше величина эксплуатационного запаса, тем меньше стоимость, отнесенная на одну пару сети, но тем меньше при этом и возможности для увеличения емкости сети. Поэтому величина эксплуатационного запаса должна находиться в определенных пределах, не опускаясь ниже и не поднимаясь выше их, с тем чтобы обеспечить необходимые эксплуатационные возможности при небольших капитальных затратах на одну километро-пару сети.

Различные участки комплексной телефонной сети неодинаковы по условиям эксплуатации. Как правило, распределительные сети подвергаются наибольшим изменениям в процессе их обслуживания; магистральные и межшкафные сети более стабильны. Для абонентской сети понятие эксплуатационного запаса лишено смысла, поскольку к каждому оконечному устройству пара прокладывается от коробки только тогда, когда это устройство устанавливается.

Величина эксплуатационных запасов, обычно используемых при проектировании комплексных телефонных сетей промышленных предприятий, составляет для магистральной сети до 10%, а для распределительной сети 15—25%. Однако следует отметить, что эти данные не являются абсолютными, т. е. в ряде случаев они должны быть пересмотрены, исходя из конкретных условий. Например, если точно известно направление развития строящегося промышленного предприятия, то магистральные кабели, прокладываемые в этом направлении, могут иметь бо́льшую величину эксплуатационного запаса. Наоборот, при устройстве распределительной сети на объектах, которые не могут увеличивать свою потребность в линиях комплексной телефонной сети, величина эксплуатационного запаса может быть существенно уменьшена.

В настоящее время не существует утвержденных норм эксплуатационных запасов для комплексных телефонных сетей промышленных предприятий. Указанные выше величины являются условными. Для межшкафной сети может быть принята либо норма магистральной, либо распределительной сети в зависимости от ее использования, емкости и других факторов. При размещении на телефонной сети промышленных предприятий киосков эксплуатационный запас на участке АТС—киоск должен находиться в пределах $4 \div 5\%$.

Межшкафные кабели обычно применяются для снижения эксплуатационного запаса магистральных кабелей. В этом случае емкость магистрального кабеля, проложенного к данному шкафу, снижается, а недостающее количество линий подводится к нему от другого шкафа с помощью межшкафного кабеля. Кроме того, такая связь позволяет увеличить надежность комплексной телефонной сети за счет обеспечения действия определенного емкостью межшкафного кабеля количества линий при аварийном выходе из строя магистрального кабеля данного направления.

В некоторых случаях целесообразно всю магистральную емкость подавать от АТС к одному из шкафов какого-нибудь направления, а остальные распределительные шкафы питать от него. Таким случаем, например, является размещение в начале рассматриваемого района крупной диспетчерской установки, от которой в направлении, противоположном АТС, должно быть проложено значительное количество линий. При этих условиях кросс данной диспетчерской установки делают распределительным шкафом и к нему подводят от АТС магистральный кабель емкостью, удовлетворяющей потребность всего района; к остальным шкафам, устанавливаемым в этом направлении, магистральный кабель подводится от кросса диспетчерской установки. Количество магистральных пар, подводимых от АТС к данному району, при этом уменьшается.

В тех случаях, когда для оборудования диспетчерских пунктов применяются установки, в комплект которых кроссы не входят (КОС-22М и др.), вместо последних используются различные вводные устройства.

В настоящее время распределительные шкафы выпускаются емкостью 1200×2, 600×2, 300×2, 150×2, загрузка которых на различные периоды развития обслуживаемого ими района приведена в табл. 8.1.

Таблица 8.1

Емкость распределительного шкафа, пары	Емкость магистральных кабелей, включаемых в распределительный шкаф	
	на этапе проектирования	максимально возможная
1200	300	500
600	150	250
300	100	130
150	70	70

На небольших промышленных предприятиях комплексная телефонная сеть строится по бесшкафной системе (система прямого распределения). В этом случае гибкость сети не очень велика, возможность увеличения ее емкости и включения новых установок без прокладки дополнительных кабелей, как правило, отсутствует.

На сетях, построенных по шкафной системе, использование системы прямого распределения экономически целесообразно для обслуживания района, прилегающего к АТС. В этом случае кросс АТС и распределительный шкаф как бы совмещаются в одном месте.

Правильное построение комплексных телефонных сетей представляет собой задачу большой сложности. Основным критерием правильности построения является минимум капитальных затрат на сооружение сети и минимум расхода цветных металлов. Однако большое количество других факторов не позволяет остановиться на оптимальном с этой точки зрения варианте, так как надежность и гибкость сети требуют увеличения капитальных затрат. Поэтому трудно найти какие-либо объективные оценки качества построения комплексной телефонной сети, кроме величин эксплуатационного запаса, а также установленных практикой положений. К последним можно отнести следующие:

— прокладка двух или нескольких кабелей в одном направлении всегда дороже прокладки одного кабеля суммарной емкости, но при этом обеспечивается большая надежность связи;

— использование кросса какой-либо установки в качестве распределительного шкафа, как правило, выгоднее размещения в этом районе отдельного распределительного шкафа;

— при расчете наивыгоднейшего места размещения распределительного шкафа, обслуживающего район, где абонентские и распределительные кабели прокладываются в защитных трубах, необходимо учитывать не только стоимость кабелей, но и стоимость защитных труб и монтажных работ.

Расчеты наивыгоднейшего места установки распределительного шкафа выполняются по описанной в литературе методологии. Особенностью данных расчетов для условий промышленных предприятий является расположение оконечных устройств в производственных корпусах на разных отметках от уровня земли, что необходимо учитывать при расчете расстояний до этих устройств, а также при определении стоимостных характеристик (прокладка кабелей в производственных корпусах обычно выполняется в трубах, что значительно увеличивает стоимость проводки). Кроме того, следует учитывать включение в кабели комплексной сети, кроме линий АТС, линий другого назначения.

8.3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КАБЕЛЕЙ КОМПЛЕКСНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СЕТИ

На комплексных телефонных сетях предприятий, как правило, используются неуплотненные физические цепи, дальность связи по которым зависит от мощности источника сигнала, затухания цепи и чувствительности приемника. Мощность телефонного аппарата как передатчика на частоте 800 Гц можно принять равной 1 мВт (10^{-3} Вт), а чувствительность его как приемника — равной 1 мкВт (10^{-6} Вт), тогда предельное затухание телефонной цепи, дБ, между двумя абонентами составит

$$a = 10 \lg \frac{10^{-3}}{10^{-6}} = 30$$

Затухание телефонной цепи, как и сопротивление, определяется ее протяженностью, диаметром и материалом жил применяемого кабеля, а также материалом изоляции. Допустимое суммарное затухание разговорного тракта на местных телефонных сетях и при междугородной связи распределяется в соответствии с табл. 8.2.

Таблица 8.2

Наименование участка	**Затухание, дБ, тракта на частоте 800 Гц при использовании телефонных аппаратов типа**	
	ТА-60 и более поздних выпусков	**ТАН и БАГТА**
Местная связь		
Абонентские линии	2×4,3=8,6	2×4,3=8,6
Станционные сооружения	2×1,3=2,6	2×1,3=2,6
Межстанционные соединительные линии	17,5	13,0
Всего:	28,7	24,2
Междугородная связь		
Абонентские линии	2×4,3=8,6	2×4,3=8,6
Станционные сооружения (2×1,3+6×0,9)	7,8	7,8
Междугородный канал	7,0	7,0
Соединительные линии АТС-МТС	2×3,5=7	2×1,3 = 2,6
Всего	30,4	26,0

При расчетах сетей производственной связи можно рассмотреть четыре возможных случая их построения, которые показаны на рис. 8.3:

а) ПАТС включена в разветвленную телефонную сеть большого города с шести-, семизначной нумерацией;

б) ПАТС удаленного и крупного предприятия включена в телефонную сеть небольшого и среднего города с четырех-, пятизначной нумерацией и приравнена в части электрических расчетов к районной АТС (РАТС) городской телефонной сети;

в) ПАТС или диспетчерская станция не имеют выхода на городскую телефонную сеть;

г) ПАТС имеет выход на ведомственную ПАТС.

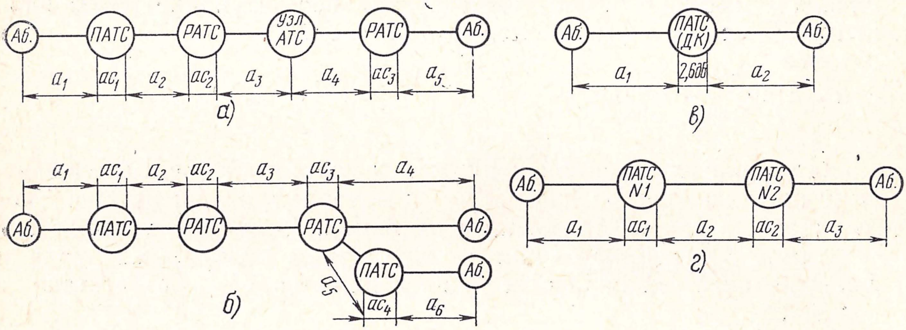


Рис. 8.3. Расчетные схемы распределения норм затухания по участкам:

Расчетные формулы:

— для схемы *а*)
$a_1+a_2+ac_1>4{,}3$ дБ,
$A=a_1+ac_1+a_2+ac_2+a_3+a_4+ac_3+a_5=28{,}7$ дБ;

— для схемы *б*)
$a_2=28{,}7-(a_1+ac_1+ac_2+a_3+ac_3+a_4)$
или
$a_2=28{,}7-(a_1+ac_1+ac_2+a_3+a_5+ac_4+a_6)$, дБ

— для схемы *в*)
$$a_1=\frac{28{,}7-2{,}6}{2}\ \text{дБ};$$

— для схемы *г*)
$a_1=a_3<4{,}3$ дБ, $a_2=28{,}7-(2\times4{,}3+2\times1{,}3)$ дБ.

Наиболее затруднительным является соблюдение норм для сети, изображенной на рис. 8.3*а*. Норма затухания в этом случае принимается 4,3 дБ на весь тракт от аппарата абонента до РАТС, включая затухание абонентской линии в пределах предприятия, станционное затухание ПАТС, затухание соединительной линии ПАТС-РАТС.

При наличии согласования с органами Министерства связи с учетом перспективы развития телефонной сети данного города ПАТС можно приравнять условно к РАТС и вести соответствующий расчет, исходя из соблюдения общей нормы затухания для местной и междугородной телефонной связи.

При распределении затухания на сети, схема которой изображена на рис. 8.3*в*, открывается возможность использования телефонных кабелей с минимальным диаметром жил. Расчет сети, изображенной на рис. 8.3*г*, производится аналогично городским телефонным сетям.

Практически при построении комплексных телефонных сетей приходится сталкиваться с необходимостью удовлетворения требований только по двум параметрам — затуханию и сопротивлению. Если эти требования будут удовлетворены, то остальные характеристики — емкость, утечка и т. д., — как правило, будут находиться в заданных пределах.

Известно, что все электрические характеристики кабеля тем или иным образом связаны с диаметром его жил. В связи с этим расчет, позволяющий выбрать тип кабеля для прокладки на каком-либо участке, сводится к определению по наименьшим величинам затухания и сопротивления, которые должны быть обеспечены, соответствующей величины диаметра жил кабеля. Формула, связывающая величину сопротивления R с диаметром жил кабеля, известна из литературы:

$$R = \frac{8\kappa \rho l}{\pi d_0^2}, \tag{8.1}$$

где κ — коэффициент укрутки, учитывающий удлинение провода при скрутке жил в пары и пар в сердечник кабеля; ρ — удельное сопротивление жилы, Ом·мм^2/м (для мягкой меди — 0,01754; для алюминия — 0,0295; для стали — 0,139); l — длина рассчитываемого участка, м; d_0 — диаметр токоведущей жилы, мм.

Из ф-лы (8.1) следует, что

$$d_0 = \sqrt{\frac{8\kappa \rho l}{\pi R}}. \tag{8.2}$$

Приняв $\kappa = 1{,}025$ для кабелей с медными жилами, получим

$$d_0 = 0{,}214\sqrt{l/R}. \tag{8.3}$$

Зависимость между величиной затухания и диаметром жил кабеля может быть получена из известной приближенной формулы

$$\alpha \approx \sqrt{\frac{\omega C_0 R_0}{2}}, \tag{8.4}$$

где α — коэффициент километрического затухания, дБ/км; ω — угловая частота, рад; C_0 — километрическая электрическая емкость кабеля, Ф/км; R_0 — километрическое сопротивление кабеля, Ом/км.

Учитывая, что $\omega = 2\pi f$, $\alpha = a/l$, $R_0 = R/l$, а также принимая во внимание ф-лу (8.2), получим

$$d_0 = \frac{l}{a}\sqrt{8\kappa \rho f C_0 10^3}, \tag{8.5}$$

где a — величина затухания, отводимого на рассматриваемый участок сети, дБ; l — длина участка, км.

На частоте $f = 800$ Гц для кабелей с медными жилами имеем

$$d_0 = \frac{10{,}72\sqrt{C_0 10^3 l}}{a}. \tag{8.6}$$

Величина километрической электрической емкости для различных кабелей колеблется в широких пределах. В связи с этим расчет требуемой величины диаметра жил обычно проводится дважды; сначала ориентировочно, а потом по уточненным данным. Причем поскольку комплексная телефонная сеть состоит из нескольких участков, то расчет диаметра жил кабеля, исходя из обеспечения требуемых величин затухания и сопротивления, проводится для каждого из них. Практически установлено, что для получения наименьшей стоимости строительства диаметр жил кабелей, используемых для организации распределительной и магистральной сетей, не должен быть больше 0,5 мм. Следует также применять более дешевые кабели с диаметром жил 0,4 и 0,32 мм, обладающих, правда, наиболее высокими величинами километрического затухания и сопротивления. Полученная в результате расчета величина диаметра жил кабеля округляется до ближайшего большего диаметра, имеющегося в типаже выпускаемых кабелей.

При выборе способа организации связи на том или ином участке сети учитываются условия прокладки кабелей (в земле, канализации, трубах и т. д.), требуемая емкость (количество пар или четверок), стоимость кабелей (в тех случаях, когда имеется возможность применить кабели различных типов). В некоторых случаях целесообразна пупинизация или установка усилителей на магистральной сети, а также установка оконечных телефонных аппаратов с усилителями. Все указанные возможности имеют соответствующие экономические показатели, вследствие чего выбор какого-либо одного способа организации связи на рассматриваемом участке сети должен быть произведен на основании дополнительного технико-экономического расчета. Важно учитывать и то обстоятельство, что согласно НТП 322—68 для 1% удаленных абонентов допускается превышение нормы по затуханию на 1,74 дБ.

8.4. КАБЕЛИ КОМПЛЕКСНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СЕТИ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

Из большой номенклатуры кабелей связи выбор кабелей для конкретных условий их прокладки производится с учетом единых технических указаний (ЕТУ), введенных в действие министерствами связи и электротехнической промышленности. Согласно этим указаниям предпочтение отдается кабелям в алюминиевой, стальной и пластмассовой оболочках. Использование кабелей со свинцовой оболочкой должно быть в каждом случае обосновано. Они могут применяться в следующих условиях:

— на переходе через реки, затопляемые и заболоченные поймы рек, болота, где невозможно осуществить переход одной строительной длиной кабеля в алюминиевой или стальной оболочке;

— при невозможности прокладки двух и более кабелей типа ТПП между двумя АТС (при емкости кабелей более 100×2);

— в зонах с суровым климатом при условии, если исчисляемая сумма отрицательных значений среднемесячных температур воздуха за год по абсолютной величине составляет более 60°С;

— в особо жарких местах горячих цехов предприятий, вблизи жидкого металла, где применение кабелей с пластмассовой оболочкой невозможно.

Выбор типа и марок кабеля производится на основе технико-экономических показателей, учитывающих назначение связи и условия внешней среды на кабельной трассе.

Таблица 8.3

Условия прокладки	Соединительные линии при диаметре жилы кабеля $\geqslant 0{,}8$ мм	Внутрипроизводственные сети при диаметре жилы кабеля $\leqslant 0{,}7$ мм	Сети шахтной связи
1	2	3	4
В устойчивых грунтах I—III категории без каменистых включений (при прокладке кабелеукладчиком), в районах, не характеризующихся опасностью повреждения грызунами и повышенным влиянием электромагнитных полей	ТЗПАШп ТЗАП	ТППБ ТПСПШп ТСПШп	
То же, характеризующихся повышенным влиянием электромагнитных полей	ТЗПАБпШп	ТПАБП	
То же, вдоль железных дорог, электрифицированных переменным током	ТЗПАуШп	ТПАБП	
В грунтах всех категорий; при пересечении неглубоких болот, несудоходных и несплавных рек с незаболоченными и пологими берегами и спокойным течением воды; агрессивных по отношению к стальной броне, не характеризующихся повышенным влиянием электромагнитных полей	ТЗПАБпШп ТЗАПБП	ТПСШп ТПСПШп	
То же, характеризующихся повышенным влиянием электромагнитных полей	ТЗПАБпШп ТЗАПБП	ТПАБП	
То же, вдоль железных дорог, электрифицированным переменным током	ТЗПАуБпШп	ТПАБП	
При переходах: через горные, судоходные, сплавные реки; затопляемые и заболоченные поймы рек; болота, глубиной более 2 м, а также в грунтах, подверженных мерзлотным деформациям, и наличии больших растягивающих усилий	ТЗПАКпШп	ТППКп	
В грунтах всех категорий; в районах, характеризующихся опасностью повреждения грызунами; при пересечении несудоходных и несплавных рек с незаболоченными пологими берегами; в зонах незначительных полей электромагнитных влияний	ТЗПАБп	ТППБ ТСПШп ТПСПШп	
В коллекторах, тоннелях, шахтах, не характеризующихся повышенным влиянием электромагнитных полей	ТЗПАШп ТЗАП	ТППБГ ТСПШп ТПСПШп	
В коллекторах, тоннелях, шахтах, характеризующихся повышенным влиянием внешних электромагнитных полей	ТЗПАБпГ	ТПАБП	
В телефонной канализации, в районах, не характеризующихся повышенным влиянием электромагнитных полей	ТЗПАШп ТЗАП	ТПП ТППэп ТСПШп ТПСПШп	

Продолжение

1	2	3	4
В телефонной канализации, в районах, характеризующихся повышенным влиянием электромагнитных полей	ТЗПАБпШп	ТПАБП	
В телефонной канализации, тоннелях и коллекторах, вблизи заземляющего контура электроустановок	—	СТПАПП	
В устойчивых грунтах всех категорий, при пересечении несудоходных и несплавных рек с незаболоченными берегами и спокойным течением воды, в условиях, не характеризующихся повышенной коррозийной опасностью по отношению к стальной броне, вблизи заземляющего контура электроустановок	—	СТПАПБ	
То же, но в агрессивных грунтах по отношению к стальной броне	—	СТПАППБП	
По стенам, в защитных трубах, коробах, полкам, без опасности механических повреждений	—	ТПВ ТПП ТППэп	
То же, с опасностью механических повреждений	—	ТПСПШп ТСПШп	
По опорам воздушных линий и колоннам	—	ТППС	
В подземных выработках шахт	—	—	ТМШПКВ ТРШ ТАШ
В любых грунтах (абонентская проводка)		ПРППМ	
По стенам зданий, в защитных трубах, коробах, по полкам (абонентская проводка)		ТРП ТРВ	

Области применения кабелей связи указаны в табл. 8.3, а их основные параметры — в табл. 8.4.

8.5. СПОСОБЫ ПРОКЛАДКИ КАБЕЛЕЙ

Общие положения

На промышленных предприятиях прокладка кабелей осуществляется в самых различных условиях. На территориях предприятий, где проходит значительное количество различных кабелей связи и где можно ожидать увеличения количества кабелей в дальнейшем, обычно сооружается телефонная канализация. В телефонной канализации прокладываются «голые» (без броневого покрытия) кабели типа ТГ, ТПП и другие. При наличии различных коммуникационных тоннелей и коллекторов, получивших распространение на промышленных предприятиях, кабели связи прокладываются в этих тоннелях и коллекторах, где для них отводится специальное место. При этом должны обязательно соблю-

Таблица 8.4

Тип, марка кабеля	Вид изоляции жил и тип скрутки	Диаметр жил, мм	Параметры кабеля при частоте 800 Гц							
			Непупинизированные цепи					Пупинизированные цепи		
			сопротивление постоянному току, Ом/км	средняя рабочая емкость, мкФ/км	индуктивность, мГ	сопротивление изоляции, мОм/км	затухание, дБ/км	шаг пупинизации, км	индуктивность катушки, мГ	затухание, дБ/км
ТГ, ТБ, ТБГ	Воздушно-бумажная, скрутка парная	0,4	296	0,05—0,055	0,6—0,55	2000	1,56	—	—	—
ТГ, ТБ, ТК, ТБГ	То же	0,5	190	0,05—0,055	0,6—0,55	2000	1,26	1,2	70	0,54
ТГ, ТБ, ТК, ТБГ	»	0,7	96	0,04—0,044	0,6—0,55	2000	0,84	1,5	70	0,39
ТПП	Полиэтиленовая, скрутка парная	0,32	432	0,045	—	7000	1,82	—	—	—
ТПП, ТППБ	То же	0,4	282	0,05	—	5000	1,56	—	—	—
ТПП, ТППБ	»	0,5	180	0,05	—	5000	1,26	—	—	—
ТПП, ТППБ	»	0,7	92	0,05	—	5000	0,84	—	—	—
ТЗГ, ТЗБ, ТЗК, ТЗБГ	Кордельно-бумажная, скрутка звездная	0,8	72,2	0,03—0,036	0,7—0,75	10000	0,64	1,7	70	0,3
ТЗГ, ТЗБ, ТЗК, ТЗБГ	То же	0,9	57	0,03—0,036	0,7—0,75	10000	0,57	1,7	70	0,23
ТЗГ, ТЗБ, ТЗК, ТЗБГ	»	1,2	32,3	0,03—0,036	0,7—0,75	10000	0,43	1,7	70	0,14
ТЗГ, ТЗБ, ТЗК и др.	»	1,4	23,8	0,03—0,036	0,7—0,75	10000	0,38	1,7	70	0,11

даться общие технические условия по обеспечению требуемых расстояний слаботочных кабелей от других подземных коммуникаций, приведенных в табл. 8.5.

Типы кабелей, прокладываемые в тоннелях и коллекторах, указаны в табл. 8.3.

Таблица 8.5

Наименование сооружения, проходящего параллельно или пересекающего кабель сети	Максимальное расстояние, м, при	
	горизонтальном сближении	пересечении кабеля связи в трубах
От водопровода диаметром 300 мм	0,5	0,15
То же, свыше 300 мм	1,0	0,15
От канализации	0,5	0,15
От дренажей и водостоков	0,5	0,15
От теплопроводов	1,0	0,15
От газопроводов низкого давления до $5\cdot10^3$ Па	1,0	0,15
То же, среднего давления $5\cdot10^3$ до $30\cdot10^3$ Па	1,5	0,15
То же, высокого давления от $30\cdot10^3$ до $60\cdot10^3$ Па	2,0	0,15
То же, от $60\cdot10^3$ до $120\cdot10^3$ Па	3,0	0,15
От силовых кабелей	0,5	0,25—0,15
От обрезов фундаментов зданий, сооружений	0,6	—
От оси ж. д. неэлектрифицированного пути	3,0	1,0
От оси ближайшего рельса трамвайного пути	2,0	1,0
От мачт и опор сети наружного освещения, контактной сети и сети связи	0,5	—
От стен и опор тоннелей и путепроводов	0,5	—
От подошвы насыпи	1,0	—
От стволов существующих деревьев	1,5	—
От общих для подземных сетей коллекторов	0,5	—

В том случае, когда кабели связи должны пересекать на достаточно большом расстоянии незастроенную местность, причем эти районы не являются перспективными для развития, количество абонентов там невелико и заметное увеличение их не ожидается, кабели прокладываются в земле или подвешиваются на столбовых линиях. В производственных корпусах, которые, как правило, характеризуются наличием пыли, влаги, опасностью механических повреждений и других вредных внешних воздействий, кабели прокладываются в специальных защитных трубах, коробах, на лотках, воздушных желобах и т. п. В административных помещениях и полупроизводственных и производственных корпусах, где на кабели не оказываются вредные воздействия, проводка осуществляется по стенам без каких-либо защитных мероприятий или в каналах скрытой проводки.

Устройство телефонной канализации, прокладка кабелей в телефонной канализации, в земле, по стенам зданий, подвеска кабелей на столбовых линиях, а также вводы кабелей и проводов в здания станций на промышленных предприятиях осуществляются аналогично тому, как это делается на городских телефонных сетях. Поэтому в настоящей книге эти вопросы не рассматриваются. Для устройства линейных сооружений на промышленных предприятиях особое значение имеют вопросы прокладки кабелей в тоннелях, производственных корпусах, в шахтах и на карьерах, которые и рассматриваются ниже.

Прокладка кабелей в тоннелях

На промышленных предприятиях кабели связи часто прокладываются в тоннелях совместно с другими подземными коммуникациями. Использование тоннелей позволяет сократить затраты и время на выполнение земляных и монтажных работ, облегчает обслуживание подземных сооружений. Прокладка кабелей в тоннелях регламентирована специальными указаниями Госстроя СССР. Согласно этим указаниям кабели связи в коллекторах, технических подпольях и коридорах (аналогично и в тоннелях) прокладываются открыто на отдельных консольных полках (см. рис. 8.11), закрепленных на кронштейнах, вмонтированных в стену тоннеля. Расстояние между консолями зависит от массы прокладываемых кабелей. Количество муфт на кабелях, проложенных в тоннелях, должно быть минимальным. В связи с этим кабели на консолях выкладываются полными строительными длинами. Укладка их на полки производится с соблюдением требования наименьшего перекрещивания прокладываемых кабелей с другими кабелями, идущими по одним консолям в общем вертикальном или горизонтальном ряду.

Обычно для кабелей связи отводятся строго определенные места (консоли), которые сохраняются за ними на всем протяжении тоннеля. Это позволяет точно рассчитать, на какой глубине необходимо осуществить вводы телефонных трубопроводов с тем, чтобы избежать излишних пересечений с другими коммуникациями. Место, отводимое для кабелей связи в тоннелях, должно быть таким, чтобы обеспечивались требуемые нормы сближения и чтобы аварии, происшедшие на других коммуникациях, не привели к авариям на линии связи. На одной консольной полке не рекомендуется прокладывать более шести кабелей емкостью каждый от 10 до 600 пар включительно.

Кабели громкоговорящей связи напряжением 120 В и выше и радиотрансляционной сети прокладываются на отдельных или общих консольных полках совместно с телефонными кабелями при соблюдении расстояния между ними 200 мм.

При параллельной прокладке электрических кабелей и кабелей телефонной связи последние укладываются не менее чем на 100 мм ниже электрических. При пересечении кабелей связи с электрическими они заключаются в трубы из изолирующего материала. Металлические оболочки кабелей на вводе в коллектор и выходе из него должны быть электрически соединены между собой.

Как правило, используемые тоннели являются проходными, т. е. обслуживающий персонал имеет возможность проходить вдоль коммуникаций. Проходные тоннели вентилируются, имеют электрическое освещение и снабжены различными приспособлениями для облегчения эксплуатации.

Эксплуатационный персонал, работающий по обслуживанию кабелей связи в тоннелях, должен быть ознакомлен с техникой безопасности при работе в непосредственной близости от высоковольтных кабелей и прочих коммуникаций.

Прокладка кабелей в производственных корпусах

Производственные корпуса, как правило, характеризуются целым рядом особенностей, отличающих их от административных и бытовых помещений и сказывающихся на условиях прокладки кабелей связи. Прежде всего, необходимо отметить, что в этих корпусах повышена вероятность механического повреждения кабелей, поскольку в процессе эксплуатации и ремонта ряд оборудования перемещается и разбирается, а также в связи с сильной вибрацией, вызываемой действующими мощными агрегатами. Кроме того, на кабели влияют повышенная температура, влажность, пыль, химическая активная среда, обычно образующаяся в ходе технологических процессов. Особые требования предъявляются к кабелям, прокладываемым во взрывоопасных помещениях. Эти кабели не должны давать искрения, которое может послужить причиной взрыва окружающей среды.

Промышленные корпуса принято подразделять: на влажные, сырые, особо сырые, жаркие, пыльные, химически активные и взрывоопасные. К влажным относятся помещения, относительная влажность которых не превышает 75% и в которых пары или конденсируемая влага выделяются временно и в небольших количествах. В сырых помещениях относительная влажность превышает 75%, а в особо сырых все предметы покрыты влагой (относительная влажность близка к 100%). Жаркими называются помещения, температура которых длительно превышает 30°С, а пыльными — если пыль оседает на проводах и проникает внутрь аппаратов. К помещениям с химически активной средой относятся такие, в которых постоянно содержатся пары или образуются отложения, действующие разрушающе на изоляцию, токоведущие части и т. д. Во взрывоопасных помещениях образуются или могут образоваться смеси горючих газов, горючих пылей, паров с воздухом или кислородом.

В производственных корпусах в зависимости от среды и типа кабели прокладываются в специальных (защитных) трубах или на специальных полках отдельно или совместно с силовыми кабелями при соблюдении норм сближения. В качестве защитных труб используются асбоцементные, пластмассовые, металлобумажные, стальные электросварные (тонкостенные), стальные водогазопроводные (газовые) и др. Область применения стальных защитных труб для прокладки кабелей связи указана в табл. 8.6; конструктивные размеры труб даны в табл. 8.7.

Таблица 8.6

Наименование труб	Вид прокладки	Разрешается прокладка	Запрещается прокладка
Стальные водогазопроводные	Открыто и скрыто (в стенах, перекрытиях, фундаментных и других строительных элементах сооружений) с уплотнением мест соединения труб и ввода в коробки	Только во взрывоопасных средах и в тех помещениях, где запрещена прокладка тонкостенных стальных труб	
Стальные тонкостенные	Открыто без уплотнения мест соединения труб и ввода в коробки	В сухих и влажных помещениях	В помещениях сырых, пожаро- и взрывоопасных, жарких и с химически активной средой
То же	Открыто и скрыто (в стенах, перекрытиях, подливах, подготовке полов, фундаментах и других строительных элементах сооружений) с уплотнением мест соединения труб и ввода в коробки	В помещениях жарких, пыльных, особо сырых, в грунте	Во взрывоопасных помещениях

Таблица 8.7

Тип труб	Диаметр трубы, мм		Толщина стенок, мм	Масса 1-го погонного метра трубы, кг
	наружный	внутренний		
Стальные электросварные	22,0	19,0	1,5	0,758
	25,0	22,0	1,5	0,869
	33,0	29,5	1,75	1,35
	44,5	41,0	1,75	1,85
	60,0	56,0	2,0	2,86
Стальные водогазопроводные	17,0	12,6	2,2	0,80
	21,8	16,2	2,8	1,28
	26,8	21,2	2,8	1,66
	33,5	27,1	3,2	2,39
	48,0	41,0	3,5	3,84
	60,0	53,0	3,5	4,88
	88,5	80,5	4,0	8,34
	114,0	105,0	4,5	12,15

На промышленных предприятиях в настоящее время наибольшее распространение получили тонкостенные (для прокладки во влажных, жарких и пыльных помещениях) и газовые (для прокладки в химически активных и взрывоопасных помещениях, а также в наружных установках и грунте) трубы. Тонкостенные трубы используются с минимальным диаметром не менее 22 мм, а газовые — 17 мм. Диаметр труб определяется, исходя из диаметра прокладываемого в ней кабеля, по формуле $Д \geqslant кd$, где $к$ — коэффициент, зависящий от конфигурации и длины пролета между соседними коробками и равный для стальных труб 1,25—1,65.

При затяжке нескольких кабелей в одну трубу справедливо соотношение

$$Д \geqslant \sqrt{\frac{n_1 d_1^2 + n_2 d_2^2 + \ldots + n_i d_i^2}{p}}, \tag{8.8}$$

где n_i — число кабелей одного диаметра; d_i — диаметр прокладываемых кабелей, мм; p — коэффициент сложности затяжки, равный для стальных труб 0,32—0,45.

Трасса любых трубопроводов должна быть по возможности наиболее короткой, с наименьшим количеством поворотов, причем углы поворота не должны быть меньше 90°. В помещениях трубопроводы прокладываются с уклонами: в сырых — на защитные коробки, в особо сырых — на специально устанавливаемые водосборные трубки, в сухих и влажных — на защитные коробки в тех местах, где возможно образование конденсата. При наличии карнизов, а также выступающих частей здания трубы прокладываются под ними.

Прокладываемый трубопровод должен механически закрепляться через каждые 2—5 м в зависимости от материала и диаметра труб. Крепление может осуществляться скобами, хомутами, электросваркой с кронштейнами, прикрепленными к металлоконструкции, и рядом других способов. Прокладка трубопровода по стене показана на рис. 8.4. Соединения труб производятся в зависимости от материала трубопровода и окружающей среды. Газовые трубы соединяются между собой и с защитными коробками с уплотнением. В последнем случае соединение выполняется либо контргайками, навинчиваемыми на конец трубы, введенной в коробку, и устанавливаемыми с каждой стороны стенки защитной

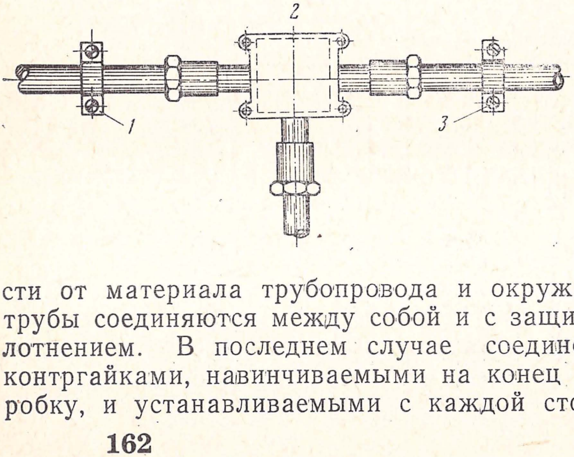


Рис. 8.4. Прокладка трубопроводов по стене:

1 — скоба; 2 — коробка; 3 — шуруп

коробки, либо муфтами, навинчиваемыми на трубу и патрубок, приваренный к коробке. Тонкостенные трубы соединяются между собой простыми клиновыми и винтовыми манжетами, гильзами из обрезков труб большего диаметра способом обжима гильзы, а также электросваркой и применением муфт.

На рис. 8.5 в качестве примера показано соединение труб при помощи винтовой манжеты, а на рис. 8.6 — соединение труб с коробкой при помощи патрубка и клиновой манжеты.

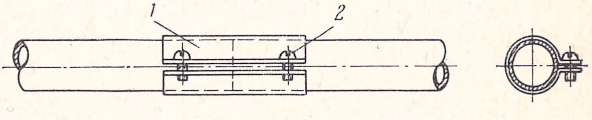


Рис. 8.5. Соединение труб при помощи винтовой манжеты:
1 — манжета; *2* — винт

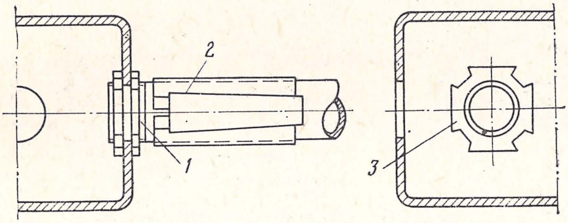


Рис. 8.6. Соединение труб с коробкой при помощи патрубка и клиновой манжеты:
1 — патрубок; *2* — клиновая манжета; *3* — гайка заземления

Для прокладки в защитных трубах используются кабели типа ТПП, ТПВ и др. На совпадающих участках распределительные и абонентские кабели могут прокладываться в одних трубах; магистральные кабели всегда протягиваются в самостоятельных трубах. Протягивание кабеля в трубопровод производится с помощью стальной проволоки. Несколько кабелей в одну трубу следует протягивать пучком, связав концы всех кабелей вместе с помощью чулка или специальных кабельных головок. В вертикально проложенные трубы кабели затягиваются сверху вниз. Для предотвращения повреждений при протяжке кабелей через несколько защитных коробок следует в каждой из них делать петлю с возможно большим радиусом изгиба.

Применение стальных защитных труб ограничивается специальными указаниями. Не рекомендуется прокладка нескольких труб (свыше двух-трех) в одном направлении. Вместо труб в данном случае целесообразно использовать стальные коробы, что обеспечивает значительную экономию металла и удобство в прокладке и монтаже кабелей и проводов. Сечение коробов составляет 100×100, 150×150 и 200×200 мм.

Взамен стальных труб также рекомендуется применение винипластовых и других аналогичных неметаллических труб. Винипластовые трубы используются для защиты кабелей и проводов в сухих, влажных, сырых, особо сырых, пыльных помещениях и в помещениях с химически активной средой. Во взрывоопасных и пожароопасных помещениях, в зрелищных и детских учреждениях, больницах применение винипластовых труб не рекомендуется. Условный проход винипластовых труб составляет от 15 до 100 мм. Способы монтажа этих труб приведены в [45].

Оконечная разделка, соединения и разветвления кабелей производятся с применением обычной арматуры: распределительных телефонных коробок, боксов и т. д., устанавливаемых в защитных ящиках и коробках, которые одновременно используются для протяжки, соединений и ответвлений кабелей и проводов. Установка распределительной телефонной коробки внутри защитного ящика с монтажом кабеля показана на рис. 8.7. В помещениях с нормальной средой в качестве защитных применяются чугунные литые коробки со стальными штампованными крышками типа У555-У594, а в помещениях влажных и с токопроводящей пылью — типа У505-У527.

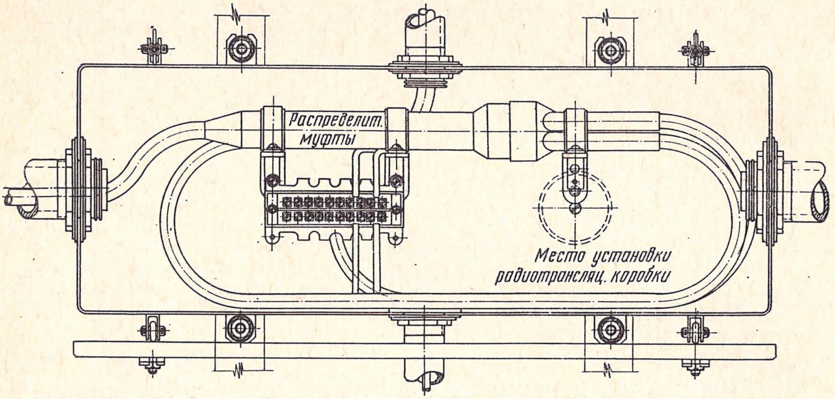


Рис. 8.7. Установка распределительной телефонной коробки внутри защитного ящика

В зависимости от использования чугунные коробки делятся на проходные (для прямого соединения труб и кабелей), угловые — правые и левые (для установки при поворотах трассы трубопровода), тройниковые и крестообразные (для обеспечения разветвлений трубопровода на различные направления). Габариты чугунных пылевлагонепроницаемых коробок типов У505-У527 приведены в табл. 8.8, их конфигурация представлена на рис. 8.8, а внешние виды — на рис. 8.9.

Чугунные коробки устанавливаются на стенах или металлоконструкциях, установка их в пролете между колоннами не допускается. Крепление коробок выполняется с помощью труб у ввода в коробку или болтами к стенам и металлоконструкциям. Для протяжки и разветвления кабелей и проводов, прокладываемых в стальных трубах, возможно использование облегченных чугунных со стальной крышкой коробок в закрытом исполнении (рис. 8.10). Конструктивные данные этих коробок приведены в табл. 8.9.

Таблица 8.8

Наименование коробки	Тип	Диаметр трубы, дюйм	Масса, кг	Габариты коробки, мм			
				a	*b*	*c*	*d*
Проходная	У505	1/2	0,63	68	16	48	54
	У506	3/4	0,92	96	15	57	64
	У507	1	1,72	126	19,5	65	72
	У508	1 1/2	3,86	202	19	83	87
	У509	2	4,92	264	20,5	103	102
Угловая левая	У510	1/2	0,63	68	16	48	54
	У511	3/4	0,92	96	15	57	64
	У512	1	1,72	126	19,5	65	72
	У513	1 1/2	3,95	202	19	83	87
	У514	2	4,92	264	20,5	103	102
Угловая правая	У515	1/2	0,63	68	16	48	54
	У516	3/4	0,92	96	15	57	64
	У517	1	1,72	126	19,5	65	72
	У518	1 1/2	3,95	202	19	83	87
	У519	2	4,98	264	20,5	103	102
Тройниковая	У520	1/2	0,72	68	16	48	54
	У521	3/4	1,00	96	15	57	64
	У522	1	1,82	126	19,5	65	72
	У523	1 1/2	4,00	202	19	83	87
	У524	2	5,16	264	20,5	103	102
Крестообразная	У525	1/2	0,91	68	16	48	54
	У526	3/4	1,74	96	15	57	64
	У527	1	2,35	126	19,5	65	72

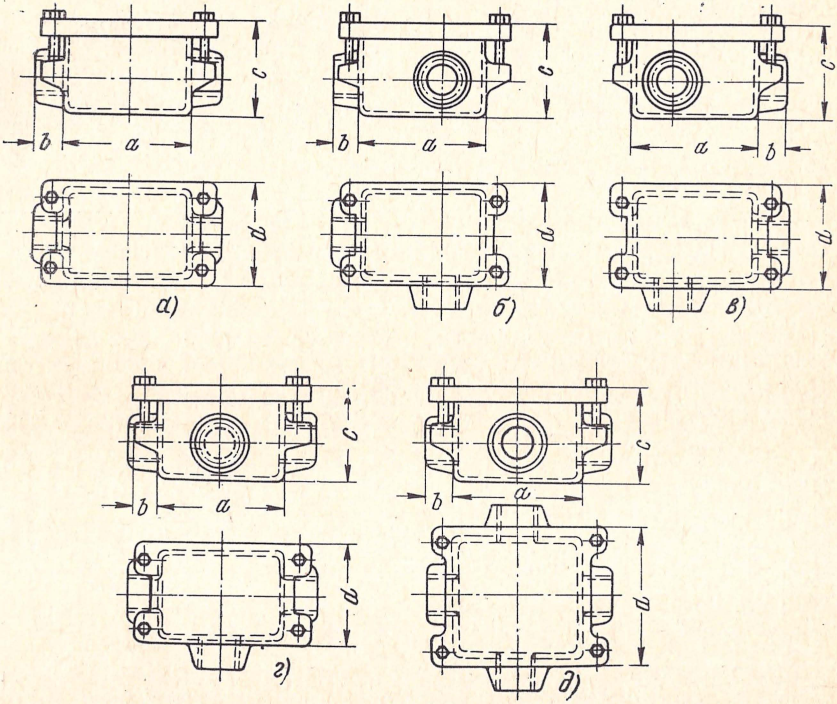


Рис. 8.8. Защитные коробки:
а) проходная; *б)* угловая правая; *в)* угловая левая; *г)* тройниковая; *д)* крестообразная

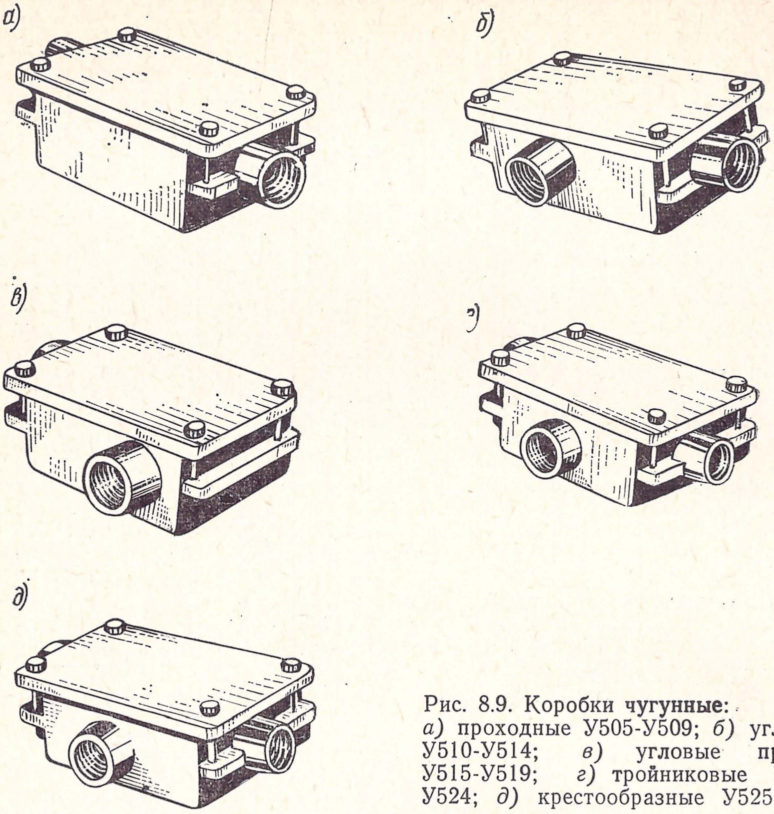


Рис. 8.9. Коробки **чугунные:**
а) проходные У505-У509; *б)* угловые У510-У514; *в)* угловые правые У515-У519; *г)* тройниковые У520-У524; *д)* крестообразные У525-У527

Таблица 8.9

Тип	Диаметр трубы, дюйм	Длина, мм	Масса, кг	Тип	Диаметр трубы, дюйм	Длина, мм	Масса, кг
Прямые				Тройниковые			
У1105	1	180	0,9	У1152	3/4	150	0,7
У1106	11/2	230	1,6	У1154	1	180	0,9
У1107	2	300	3,1	У1155	1	180	0,9
У1108	21/2	380	4,7	У1156	11/2	230	1,9
				У1158	11/2	230	1,9
Угловые				У1142	1	240	0,9
У1125	3/4	132	0,7	Крестообразные			
У1126	1	160	0,9	У1176	3/4	150	0,6
У1127	11/2	206	1,9	У1179	1	801	0,9
У1128	2	272	3,1				
У1112	1	160	0,9				
У1113	11/2	206	1,9				

На отдельных коротких или изогнутых участках на стенах или в колоннах для защиты кабелей и проводов целесообразно приме-

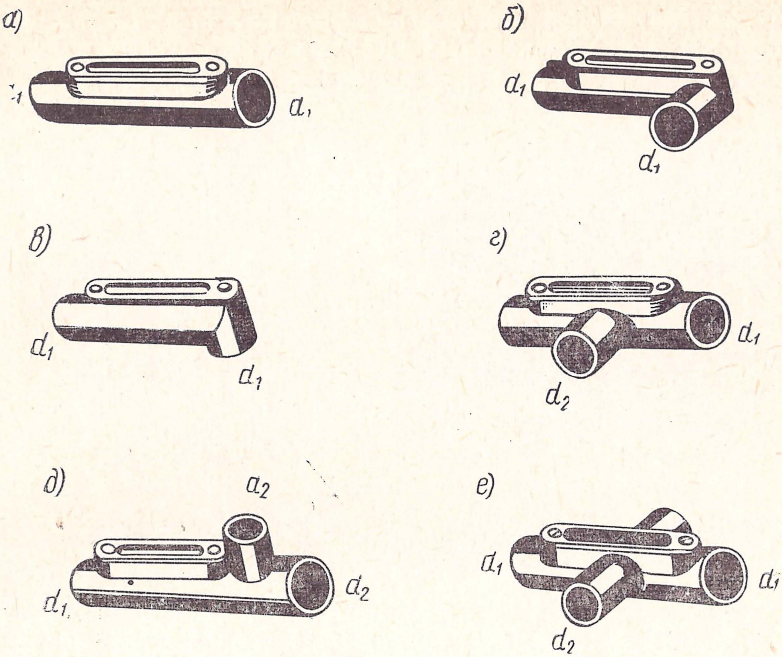


Рис. 8.10. Коробки чугунные:
а) прямые У1105-У1108; *б)* угловые У1125-У1128; *в)* угловые УШ2-УШ3; *г)* тройниковые УП52-УП58; *д)* тройниковые УП42; *е)* крестообразные УП76 и УП79

нять гибкие негерметичные металлорукава, которые подразделяются на следующие типы:

РЗ-Ц-Х — рукава из стальной оцинкованной ленты с хлопчатобумажным уплотнением;

РЗ-Ц-А — то же, с асбестовым уплотнением;

РЗ-АЛ-Х — рукава из алюминиевой ленты с хлопчатобумажным уплотнением;

РЗ-АЛ-А — то же, с асбестовым уплотнением.

Кроме того, имеются металлорукава, оплетенные стальной или медной проволокой, а также рукава из медной ленты. Данные неоплетенных стальных и алюминиевых металлорукавов приведены в табл. 8.10.

Таблица 8.10

Тип металлорукава	Диаметр металлорукава, мм		Масса 1-го погонного метра, кг	Минимальный радиус изгиба, мм	Разрывное усилие, кг
	внутренний	наружный			
РЗ-Ц-Х	3,6—21,0	6,3—27,0	0,062—0,46	40—200	15—130
РЗ-Ц-А	24,0—247,0	30,0—265,0	0,52—8,0	200—1300	150—400
РЗ-АЛ-Х	7,8—41,0	10,9—48,4	0,045—0,465	35—200	8—46
РЗ-АЛ-А	49,5—74,0	57,7—85,0	0,65—1,123	200—350	45—55

Полки ПК, предназначенные для укладки кабеля (рис. 8.11), устанавливаются на стойках СК. Данные о полках ПК и стойках СК, изготавливаемых из стали, приведены в табл. 8.11. Для установки одной полки ПК используются стальные основания типа К155 (рис. 8.12), которые крепятся пристрелкой с применением кондуктора. Масса основания — 0,2 кг.

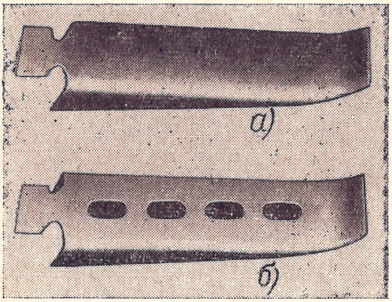


Рис. 8.11. Полки ПК:
а) без перфорации; *б)* с перфорацией

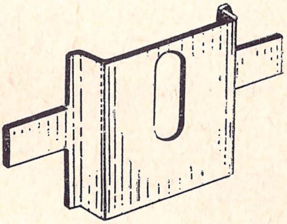


Рис. 8.12. Основание К-155

Таблица 8.11

Тип	Длина полок и высота стоек, мм	Масса, кг
Полки без перфорации		
ПК-16	160	0,2
ПК-25	250	0,3
ПК-36	360	0,5
ПК-45	460	0,7
Полки с перфорацией		
ПК-16п	160	0,2
ПК-25п	250	0,2
ПК-36п	360	0,5
ПК-45п	450	0,6
Стойки		
СК-40	410	0,8
СК-60	600	1,3
СК-80	800	1,6
СК-120	1200	2,4
СК-180	1800	3,5

Таблица 8.12

Тип лотка	Ширина, мм	Масса, кг
К420	400	6,4
К422	200	5,5
К61	105	2,4
К60	50	1,6

Для монтажа проводов и кабелей используются стальные лотки длиной 2 м, конструктивные данные которых приведены в табл. 8.12.

Для протяжки и разветвления многопарных кабелей (емкостью свыше 30×2), прокладываемых в производственных корпусах, применяются ящики типа ЯП (рис. 8.13) в защищенном или закрытом исполнении. В этих ящиках могут монтироваться распределительные муфты, коробки, боксы, клеммники и др. Конструктивные данные ящиков ЯП приведены в табл. 8.13.

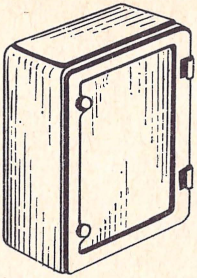


Рис. 8.13. Ящик протяжной типа ЯП

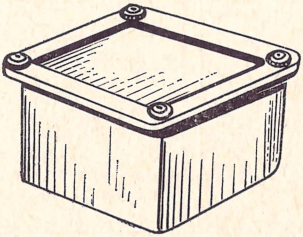


Рис. 8.14. Коробки типа ПК

Протяжка и разветвление кабелей и проводов могут производиться также с помощью стальных коробок серии ПК (рис. 8.14), конструктивные данные которых приведены в табл. 8.14.

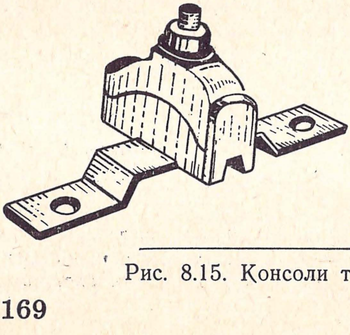
Таблица 8.13

Тип	Индекс	Габариты, мм	Масса, кг
ЯП-442	У997	400×400×200	11
ЯП-642	У998	600×400×200	15
ЯП-662	У999	600×600×200	20
ЯП-863	У1003	800×600×310	30,4

Таблица 8.14

Тип	Габариты, мм	Масса, кг
ПК-10	100×100×50	0,6
ПК-11	110×110×80	1,0
ПК-15	150×150×100	1,6
ПК-20	200×200×100	2,3

На некоторых участках в производственных корпусах применяется подвеска кабеля с помощью троса. Для крепления стального троса на опорах используются консоли типа КСП-2 (рис. 8.15).



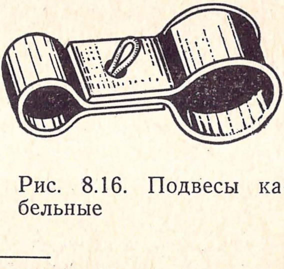


Рис. 8.16. Подвесы кабельные

Рис. 8.15. Консоли типа КСП-2

Расстояние между центрами отверстий — 150 мм, диаметр отверстий — 14 мм, масса — 1,75 кг. Подвеска телефонного кабеля с пластмассовой оболочкой к стальному тросу осуществляется на специальных подвесах (рис. 8.16), данные о которых приведены в табл. 8.15[1]. Взамен подвески кабеля на тросе возможно использование кабеля ТППС.

Таблица 8.15

Тип подвесов	Диаметр троса, мм	Диаметр закрепляемого кабеля, мм	Масса 1000 шт., кг
ПП-10×2	9	17	17
ПП-20×2		22	24
ПП-30×2	12	28	34
ПП-50×2		35	44
ПП-80×2		43	47
ПП-100×2		50	62

Прокладка кабелей в шахтах, неопасных по газу и пыли

Способ прокладки кабелей в шахтах определяется направлением выработок (горизонтальная, наклонная, вертикальная) и характером их крепления (металлическое, деревянное, бетонное, кирпичное). По стенам и сводам выработок при бетонной и кирпичной крепи, а также в выработках устойчивых пород, не требующих крепления, кабели, как правило, прокладываются открыто с жестким креплением. При металлической и деревянной крепи кабели прокладываются с нежестким креплением. Величина провеса кабеля должна составлять 5—10% длины выработки.

В местах подвески кабель не должен зажиматься, чтобы можно было свободно перемещать его. Расстояние между точками крепления в горизонтальных выработках не должно превышать 3 м. Переход кабелей с одной стороны выработки на другую осуществляется по своду с креплением на специальных кронштейнах. Повороты кабелей выполняются, исходя из минимально допустимых радиусов изгиба, определяемых техническими условиями на применяемые кабели.

Кабели прокладываются на такой высоте, чтобы исключить возможность повреждения их при сходе вагонеток с рельсов. В местах пересечения с силовыми кабелями кабели связи должны прокладываться в трубах из изоляционного материала.

По стволу кабели крепятся при помощи зежимов, позволяющих компенсировать их собственную массу. Расстояние между местами крепления кабеля и проволочной броней должно быть не более 6 м, а других кабелей — 2,2 м. В наклонных выработках с углом падения свыше 45° кабели прокладываются так же, как и по стволам, но расстояние между местами креплений не должно превышать 3 м.

Прокладка кабелей через вентиляционные и противопожарные проемы, а также вводы кабелей в камеры должны осуществляться при помощи защитных труб, отверстия которых уплотняются глиной. Ввод в шахту должен осуществляться не менее чем двумя кабелями, разнесенными по разным стволам. Близко расположенные абонентские оконечные устройства должны по возможности включаться через кабели разных стволов. При параллельной прокладке в стволе двух кабелей расстояние между ними должно быть не менее 5 см.

---

[1] Перечисленная выше арматура для прокладки, подвески кабелей, защиты муфт, осуществления разветвления и т. д. выпускается заводами Главэлектромонтажа и Глававтоматики Министерства монтажных и специальных работ.

Разветвления, соединения и оконечная разделка кабелей в стволах шахт и на сводах выработок не производятся. По стволам кабели, как правило, прокладываются без сращивания, начиная со спуска с поверхности (по копру или под надшахтным зданием) до требуемого горизонта. Если строительная длина кабеля меньше, чем расстояние до требуемого горизонта, а также в ряде других случаев, когда невозможно осуществить прокладку в стволе без сростков, последние выполняются в околоствольном дворе на промежуточных горизонтах.

Соединение и разветвление кабелей связи выполняется с помощью клеммных колодок шахтных коробок типа ШТК емкостью 5, 10, 20 и 30 пар (рис. 8.17). При емкости кабеля свыше 30×2 соединения и разветвления производятся способом сращивания. Соединительные и разветвительные свинцовые муфты защищаются отрезками стальных труб соответствующего диаметра, уплотняемыми с обеих сторон паклей, замазкой и т. д.

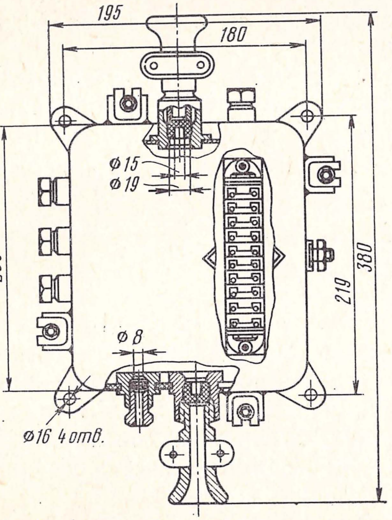


Рис. 8.17. Шахтная телефонная коробка

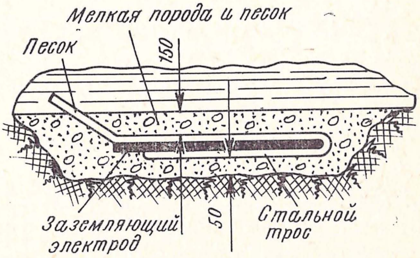


Рис. 8.18. Устройство местного заземления в шахте

Для оконечной разделки кабелей применяются шахтные телефонные коробки типа ШТК, кабельные боксы, устанавливаемые в диспетчерских камерах на боксовых кроссах стативного типа или в пылевлагонепроницаемых распределительных шкафах, а также оконечные кабельные муфты.

Для устройства ответвлений и сращивания кабелей громкоговорящей связи применяются универсальные разветвительно-ограничительные коробки типа УК, устанавливаемые для защиты от внешних воздействий в чугунных пылевлагонепроницаемых коробках типа У505-У527, описанных выше.

Распределительные шкафы, коробки, корпуса муфт, а также другие устройства, которые нормально не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним в результате повреждения, подлежат местному заземлению. Местные заземлители устанавливаются в штрековых сточных канавах. В качестве заземлителей применяются стальные полосы площадью не менее 0,6 м^2 и толщиной не менее 3 мм. Длина полосы не должна превышать 2,5 м (рис. 8.18). Заземлители укладывают в горизонтальном положении в углубленную канаву на «подушку» из песка или иного гигроскопического материала толщиной не менее 50 мм и сверху засыпают слоем в 150 мм смеси песка и мелких кусков породы. Заземляющие проводники местных заземлителей устраиваются из стального провода (троса) сечением не менее 50 мм^2.

В сухих выработках без сточной канавы заземлителями служат стальные трубы диаметром 30 мм и длиной 1,5 м. Труба, а также пространство между наружной стенкой трубы и стенкой шпура набиваются смесью из гигроскопического материала и поваренной соли с приблизительным объемным соотношением 6 : 1 (на шесть частей песка одна часть соли).

На участках прокладки кабелей без металлических оболочек допускается только местное заземление, а в остальных случаях, используя электрически соединенные между собой оболочки бронированных кабелей, местные заземления подключают к главному заземлителю.

Прокладка кабелей на карьерах

На карьерах имеется две группы сооружений слаботочного хозяйства — постоянные и временные. К постоянным относятся сооружения, которые не изменяют длительное время своего назначения, объема и используются вне зависимости от хода горных работ. Временные сооружения требуют коренной реконструкции при изменении хода горных работ и существенных переделок при продвижении фронта горных работ в прежнем направлении.

Обычно постоянные линейные сооружения размещаются по борту карьера за контурами горных выработок. Такими сооружениями могут быть как воздушные, так и кабельные линии связи. Однако, учитывая, что при производстве массовых взрывов зона разлета превышает контуры разработок, применение воздушных линий связи нежелательно. Находясь под воздействием большого количества осколков, разлетающихся при взрыве, разрывающих провода и наносящих заметный ущерб опорам, они не обеспечивают необходимой надежности связи.

Постоянные линейные сооружения карьера подключаются непосредственно к станционным устройствам. Для обеспечения гибкости и надежности связи, а также для большего удобства эксплуатации они обычно закольцовываются по внешнему отводу карьера. Это позволяет:

— быстро налаживать временные связи при изменении фронта горных работ;

— обеспечивать связь по тому же кабелю (другой части его окружности) при его повреждении, что увеличивает надежность связи;

— проводить различные профилактические работы, связанные с необходимостью отключения части кабеля.

Магистральная кольцевая сеть организуется либо путем прокладки голых кабелей в канализации, либо бронированными кабелями, либо (при прохождении трассы на достаточном удалении от зоны разлета) подвесными кабелями.

Временные связи организуются путем спуска на рабочие горизонты распределительных и абонетских кабелей, подключаемых к общему магистральному кольцу. Спуски от магистрального кольца в карьер осуществляются либо с применением бронированных кабелей, либо с прокладкой голых или с неметаллической оболочкой кабелей в защитных трубах или гибких металлорукавах. На горизонтах распределительные кабели включаются в пылевлагонепроницаемые коробки, в качестве которых обычно используются шахтные коробки. Абонентская разводка по горизонту осуществляется гибкими кабелями либо путем их прокладки в земле (с заглублением на 0,2—0,5 м), либо с применением передвижных опор, убираемых в закрытое место перед производством взрыва.

Так как карьеры занимают большую площадь, а технологический персонал небольшой, то обычно в каждую пару абонентской проводки включается по нескольку запараллеленных оконечных устройств, отстоящих друг от друга на 200—300 м. Учитывая значительную стоимость сооружений сетей на карьерах, такое решение позволяет обеспечить определенную экономию средств.

8.6. ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ СВЯЗИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Воздушные линии связи на промышленных предприятиях применяются для подключения отдельных удаленных абонентов, организации межстанционной транспортной связи и производственной громкоговорящей связи с центральными усилителями, когда прокладка кабелей в данном направлении экономически неоправдана, неосуществима технически и когда не требуется высокая надежность связи. По принятой классификации воздушные линии связи, применяемые на промышленных предприятиях, относятся к линиям ГТС.

На промышленных предприятиях воздушные линии связи сооружаются с использованием биметаллических (сталемедных) проводов диаметром 1,2; 1,6; 2,5; 3,0; 4,0 мм и стальных диаметром 1,5; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 мм. Биметаллические провода диаметром 3 и 4 мм применяются в тех случаях, когда требуется обеспечить наилучшее качество связи по воздушным линиям, необходимую прочность и стойкость против коррозии.

Электрические характеристики воздушных линий при температуре +20°С (лето, сыро) на частоте 800 Гц приведены в табл. 8.16.

Таблица 8.16

Материал	Диаметр, мм	Затухание, дБ/км, при расстоянии между проводами, мм			Сопротивление постоянному току, Ом/км	Материал	Диаметр, мм	Затухание, дБ/км, при расстоянии между проводами, мм			Сопротивление постоянному току, Ом/км
		20	35	60				20	35	60	
Биметалл	1,2	0,210	0,200	—	24,6	Сталь	1,5	0,348	0,330	—	156,2
	1,6	0,171	0,163	—	52,0		2,0	0,252	0,244	—	88,0
	2,5	0,124	0,118	0,109	20,8		3,0	0,171	0,166	0,155	39,1
	3,0	0,104	0,101	0,091	14,2		4,0	0,146	0,138	0,128	22,1
	4,0	0,064	0,061	0,053	8,2		5,0	0,128	0,121	0,113	14,3

Расстояние между проводами 20 мм соответствует их подвеске на траверсах, 35 мм или 60 мм — на крюках, 25 и 30 мм — на стойках. Длина пролета воздушно-столбовой линии составляет: 40 м — для усиленных (типа У) линий, сооружаемых в районах, где при гололеде толщина стенки льда на проводе достигает 15 мм; 50 м — для облегченных (типа О) линий, устанавливаемых в негололедных (до 5 мм) районах, и для нормальных (типа Н) линий, строящихся в районах с гололедом до 10 мм и изморозью свыше 20 мм.

При сооружении воздушных линий используются как железобетонные, так и деревянные (лиственница, сосна, ель, кедр, пихта) опоры. На линиях, оснащенных не более чем шестью крюками или тремя траверсами, применяются опоры длиной 7,5 м, а при различных переходах и пересечениях — 9,5; 11,13 м. Нижние провода линий связи, пересекающие контактные сети, при наихудших метеорологических условиях должны проходить не менее чем на 2 м выше верхних проводов контактной сети и не менее чем на 8 м выше головки рельса или поверхности дорожного полотна. Пересечения осуществляются только в пролетах между опорами контактной сети. При пересечении ВЛ с напряжением до 1000 В провода линий связи проходят под ними, причем соответствующий участок трассы линии связи желательно каблировать, установив на крайних опорах кабельные ящики. Это позволяет значительно облегчить условия эксплуатации и улучшить качество связи.

Стоечные линии сооружаются при необходимости подвески проводов по крышам различных зданий. В качестве стоек используются одно-, двух-, шести- и десятипарные стойки типа ТСТ. Длина пролета между стойками устанавливается 60—80 м. Нормируемые стрелы провеса в этих случаях составляют (при температуре +20°С) 43 см при длине пролета 60 м и 71 см при длине пролета 80 м. На стоечных линиях могут подвешивать кабели емкостью до 30 пар.

8.7. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СВЯЗИ

Как известно, стоимость строительства линейных сооружений составляет более 70% от общей стоимости устройств связи предприятия. Для строительства линейных сооружений затрачивается большое количество кабелей связи, прокладка которых сопряжена с большим объемом строительно-монтажных работ, требующих зачастую ручного труда. Для перевозки кабеля, труб и других материалов необходим автомобильный транспорт, для строительства и монтажа используются различные механизмы. Основными факторами повышения эффективности линейных сооружений являются снижение диаметра жил и количества пар в кабелях связи. Снижение количества потребных пар в кабелях связи можно обеспечить:

— районированием производственной автоматической телефонной связи на крупных и разветвленных предприятиях, организациях;

— уплотнением линий связи аппаратурой высокочастотной связи: многоканальной — соединительных линий, малоканальной — абонентских, телефонных и телеграфных линий;

— применением двух-трех пультовых систем станций оперативной телефонной связи;

— совместным использованием абонентских линий ПАТС для диспетчерской и директорской телефонной связи;

— использованием телефонных аппаратов ПАТС для автоматизированного управления различными средствами производственной связи: громкоговорящей, радиосвязи, звукозаписи и других взамен создания отдельных сетей связи;

— использованием возможности приоритетных соединений в ПАТС, а также автонабора вместо строительства сетей директорской (административной) телефонной связи;

— применением на разветвленных объектах для диспетчерской связи систем с избирательным тональным вызовом.

Снижения диаметра жил кабелей связи можно добиться путем применения:

— пупинизации соединительных, а в отдельных случаях и абонентских линий;

— мостовых усилителей УМТ или УМС, в основном, на соединительных линиях;

— телефонных аппаратов с усилителями;

— комплектов удаленных линий для включения удаленных абонентских линий в АТС;

— двухкабельных магистральных телефонных сетей (от АТС до распределительного шкафа) на крупных и разветвленных объектах. В один кабель включаются абоненты, которые имеют право выхода на ГТС и для которых установлена более жесткая норма затухания, в другой кабель включаются абоненты местной связи;

— повышенного напряжения (240 и 360 В) или дистанционно управляемых выносных усилителей в сетях производственной громкоговорящей связи.

Глава 9

Оконечное оборудование абонентских и соединительных линий

9.1. ОКОНЕЧНОЕ АБОНЕНТСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

К оконечному абонентскому оборудованию проводной связи относятся телефонные аппараты, приставки дополнительных сигналов вызова, концентраторы, автоответчики и т. д. Обычно это оборудование обслуживается персоналом, который занимается эксплуатацией линейных сооружений комплексных телефонных сетей промышленных предприятий. Телефонные аппараты, используемые на промышленных предприятиях, делятся:

1) по конструктивному исполнению — на настенные (ТА-200, ТАШ, ТАСТ и др.) и настольные (ТА-60, ТА-65, ТАН-60 и др.);

2) по системе питания — на аппараты с центральной батареей (например ТА-200) и местной батареей (например ТАШ-МБ-РВИ-1,1 и др.);

3) по возможностям работы с различными типами станционных устройств — на аппараты, предназначенные для включения: в ручные телефонные (в том числе диспетчерские) станции (ТАШ, ТАШБ и др.); в автоматические телефонные станции (ТА-65, ТАСТ и др.), как в автоматические, так и в ручные (диспетчерские) станции (ТА-200) и диспетчерские громкоговорящие установки (ДГУ-1М и др.);

4) по возможностям работы в различных условиях — на аппараты, предназначенные для работы в нормальных условиях (ТА-65, ТАСТ и др.); аппараты, предназначенные для работы в тяжелых климатических условиях (ТА-200 и др.), а также аппараты, предназначенные для работы во взрывоопасных средах.

Основные данные некоторых типов телефонных аппаратов, используемых на промышленных предприятиях, приведены в табл. 9.1.

В собственно производственных корпусах, обслуживаемых автоматическими телефонными станциями, в настоящее время используются телефонные аппараты типа ТА-200.

При включении аппарата типа ТА-200 (рис. 9.1) в станцию диспетчерской связи вызов абонента АТС производится обычным порядком. Для вызова станции диспетчерской связи необходимо снять микротелефонную трубку и кратковременно нажать рычаг вызова диспетчера. Для отбоя в обоих случаях нужно повесить трубку.

При использовании приставки дополнительных сигналов вызова типа ПДСВ последняя подключается к специальным клеммам в нижнем отсеке аппарата. В этом случае при поступлении вызова включается сигнализация ПДСВ; перемычка в цепи звонка телефонного аппарата должна быть снята. Схема ПДСВ дана на рис. 9.2.

Таблица 9.1

Тип аппарата	Назначение	Исполнение	Температурный интервал, °С	Допустимая относительная влажность воздуха, %	Словесная разборчивость		Эквивалент затухания			Уровень громкости вызывного сигнала, дБ	Габариты, мм	Масса, кг
					при уровне окружающего шума, дБ, и затухании тракта, дБ	%	передачи, не более, дБ	приема, не более, дБ	местного эффекта, не менее, дБ			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ТАСТ-70	Связь по абонентским линиям АТС	Настенное	—10÷+45	90	$\frac{60}{30,4}$	75	10,4	5,2	14,8	70	213×212×93	1,5
ТАП-50	Связь наружных постов, включаемых в РТС ЦБ	»	—40 +45	95	$\frac{60}{3,4}$	80	—	—	14,8	—	306×143×168	2
ТА-200	Связь по линиям АТС и диспетчерских установок в тяжелых климатических и производственных условиях	»	—40 +45	98	$\frac{80}{30,4}$	50	14,8	7,8	17,4	80	460×340×148	8
ТАШБ-ЦБ-РНИ-1,1	Связь в подземных выработках шахт, опасных по содержанию газа и пыли	»	—40 +0	98	$\frac{80}{26}$	35	—	—	17,4	80	465×340×140	6,9
ТАШ-МБ-РНИ-1,1	То же, для прямой местной связи МБ	»	—40 +40	98	$\frac{80}{8,7}$	40	—	—	—	80	Аппарат 479×340×140 Приемник вызова 269×143×168	8 2,5

Продолжение табл. 9.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ТАША-2	Связь в подземных выработках шахт, опасных по содержанию газа и пыли Применяется в комплекте с аппаратурой автоматической шахтной телефонной связи ШАТС-3	Настенное	—40 +40	98	$\frac{80}{26}$	80	14	8,7	17,4	80	460×340×148	8
ТАХ-Б	Связь по линиям АТС, устанавливается во взрывоопасных помещениях классов В-1, В-1А, В-1Б и наружных установках класса В-1Г, где возможно образование смеси 1, 2, 3, 4-й категорий групп А, Б, Г, Д. Используется в искробезопасных системах КДСХ-А и ОПХ-4А	Настенное и настольное	—40 +40	98	$\frac{80}{17,4}$	90	14,8	7,8	—	7,5	212×207×105 (без вызывного устройства)	5
ТАН-70-1	Связь по абонентским линиям АТС; предназначен преимущественно для квартирных абонентов	Настольное	—10 +45	90	$\frac{60}{30,4}$	75	10,4	5,2	14,8	70	216×195×106	1,5
ТАН-70-2	То же, для включения в абонентские линии городских и учрежденческих АТС; обеспечивает включение двух аппаратов в одну линию	»	—10 +45	90	$\frac{60}{30,4}$	75	10,4	5,2	14,8	70	216×195×106	1,5

Окончание табл. 9.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ТАН-70-3	То же, для включения учрежденческих абонентов, снабженных визуальным индикатором вызова	Настольное	—10 +45	90	$\frac{60}{30{,}4}$	75	10,4	5,2	14,8	70	216×195×106	1,5
ТАС-МП	Связь по абонентским линиям корабельных АТС с напряжением питания 24 и 60 В. Встраивается в панели пультов управления	»	—10 +50	98	90 или 100	96 90	14	7,8	14,8	70	284×150×153	3,5
ТА-68	Связь по абонентским линиям АТС и ЦБ; допускает включение двух аппаратов в одну линию по схеме «Директор — секретарь»	»	—10 +45	90	$\frac{60}{30{,}4}$	80	10,4	5,2	14,8	70	200×213×118	1,25
АТ-218	Связь по линиям РТС МБ	»	0 45	90	$\frac{60}{35}$	65	16,5	9,6	17,5	65	195×235×125	2,2
АТГ-70	Связь по абонентским линиям АТС и ЦБ, обеспечивает громкоговорящую и обычную телефонную связь	»	—10 +45	90	$\frac{60}{30{,}4}$	80	10,4	5,2	14,8	70	340×215×125	4,25
ТАН-У-74	Связь по абонентским линиям АТС, обеспечивает усиление на приеме	»	—10 +45	90	60	75	—	—	—	70	215×195×108	1,6

Примечание. Данные в графах 6—11 для аппарата типа АТГ-70 приведены только для режима обычной телефонной связи. Нормальная работа в режиме громкоговорящей связи обеспечивается при уровне шума в помещении не выше 50 дБ.

Аппарат типа ТА-200 смонтирован в литом корпусе, состоящем из двух отсеков, закрытых крышками. В верхнем отсеке смонтирована схема аппарата, в нижнем отсеке расположены линейные зажимы и зажимы для подключения ПДСВ. Это позволяет подключать к аппарату линию и приставку при неблагоприятных атмосферных условиях, не открывая верхнего отсека. Микротелефон подключается к аппарату с помощью штепсельного разъема, закрепленного на корпусе специнтами. На нижнем крепежном приливе имеется болт для заземления. На крышке верхнего отсека установлены шильдик, рычаг для вызова станции диспетчерской связи и номеронабиратель пылебрызгозащищенной конструкции.

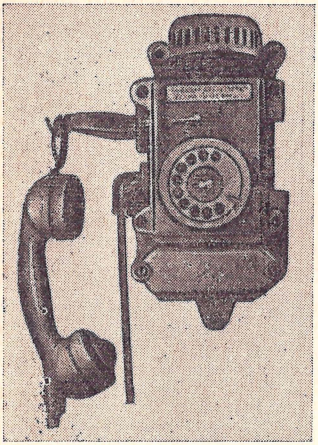


Рис. 9.1. Телефонный аппарат типа ТА-200

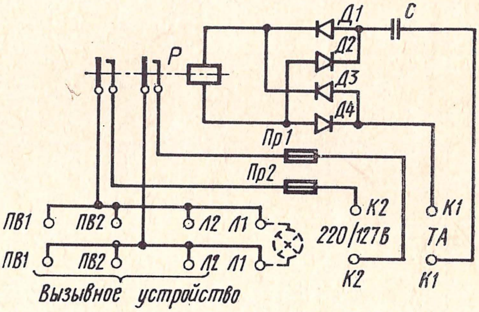


Рис. 9.2. Электрическая схема ПДСВ

На рис. 9.3 показан телефонный аппарат типа ТАС-МП, позволяющий встраивать его в панели пультов управления различными технологическими процессами.

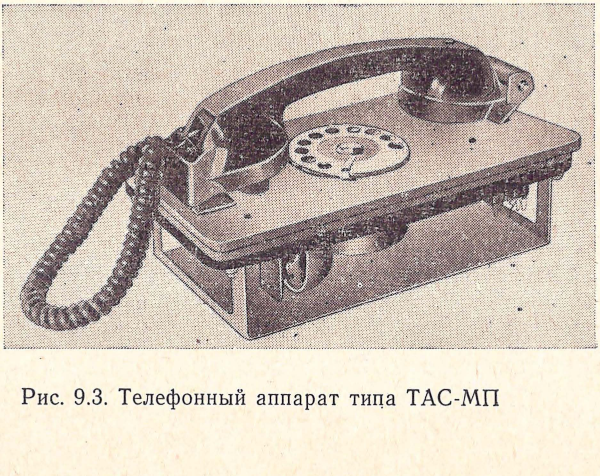


Рис. 9.3. Телефонный аппарат типа ТАС-МП

Телефонный аппарат с усилителем типа ТАУ-0,3 предназначен для установки у абонентов, включенных в АТС по линиям с затуханием 6—13 дБ через комплекты реле удаленных абонентов. Усиление осуществляется транзисторным усилителем, питающимся от напряжения 60 В по линейным проводам. На корпус аппарата выведен регулятор громкости (рис. 9.4).

При такой большой насыщенности различными средствами телефонной связи, какая имеет место на промышленных предприятиях, у ряда работников сосредоточивается значительное количество телефонных аппаратов различного назначения (директорской, диспетчерской связи, АТС и др.). В этих случаях удобно применять концентраторы, которые представляют собой телефонные аппараты, позволяющие включать одновременно шесть линий различного назначения (рис. 9.5 и 9.6).

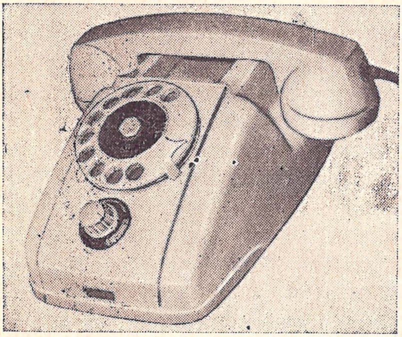


Рис. 9.4. Телефонный аппарат типа ТАУ-0,3

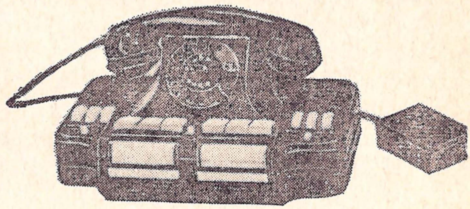


Рис. 9.5. Концентратор типа КД-6

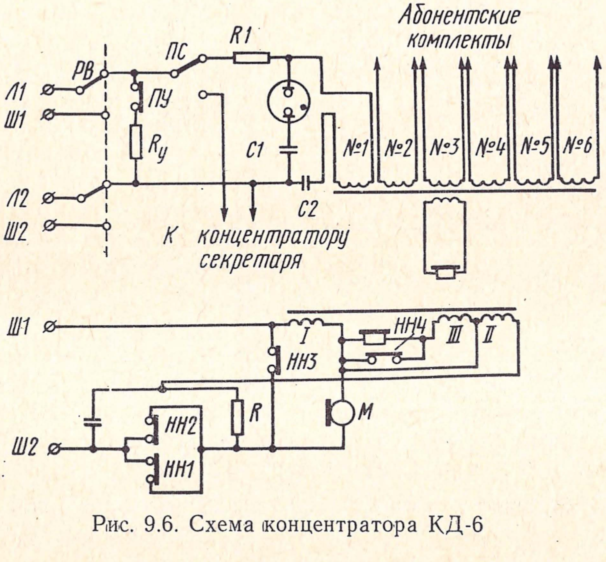

Абонентские комплекты
R1
ПС
РВ
Л1
Ш1
ПУ
Rу
С1
№1
№2
№3
№4
№5
№6
Л2
Ш2
С2
К концентратору секретаря
Ш1
I
НН4
III
II
НН3
R
М
Ш2
НН2
НН1

Рис. 9.6. Схема концентратора КД-6

Вызов, поступающий по одной из указанных линий, отмечается световым (загорается неоновая лампа) и тональным акустическим сигналами. При снятии микротелефонной трубки и нажатии соответствующей белой клавиши на лицевой панели аппарата включается разговорный тракт. Концентратор позволяет поставить одну или несколько линий на удержание, провести переговоры по другим линиям, затем снова вернуться к разговору по удержанным линиям. При этом прослушивание разговора по соседним линиям исключено. Имеется возможность ведения разговора одновременно с несколькими абонентами.

При установке концентратора типа КД-6 у директора можно одну или все линии завести в концентратор секретаря (типа КС-6)[1]. Вызов по этим линиям будет поступать секретарю. Директор подключает свой аппарат к разговорному тракту простым нажатием соответствующей клавиши, аппарат секретаря при этом отключается. Значительно лучшее оформление имеет концентратор К-3 на три линии АТС ЦБ и одну линию прямой связи.

Кроме телефонных аппаратов и концентраторов, к оконечному абонентскому оборудованию можно отнести установки «секретарь — директор», автоматического набора номера и др. В настоящее время в качестве установок «секретарь — директор» широко применяются выпускаемые отечественной промышленностью комплекты оборудования типа ПУ-1, ЭХО-1, ОПУ-1М («Гарсас»). Все перечисленные установки состоят из двух оконечных аппаратов, соединенных между собой двухпроводной линией. Установка ПУ-1 (рис. 9.7) обеспечивает устойчивую связь при расстоянии между абонентами до 1 км, ОПУ-1 — до 800 м, ЭХО-1 — до 100 м по кабелю с диаметром жил 0,5 мм. Питание подается от сети переменного тока (потребляемая мощность — 10 Вт для ПУ-1 и ОПУ-1 и 5 Вт для ЭХО-1). Связь симплексная («говорю—слушаю»); в обоих аппаратах используются обратимые динамики. Выходная мощность — 0,25 (ПУ-1), 0,6 (ЭХО-1), 1,0 Вт (ОПУ-1М). В установках ЭХО-1 и ОПУ-1М директору предоставляется преимущественное право, а в ПУ-1 оба оконечных аппарата идентичны. Вызов и отбой во всех случаях осуществляется путем нажатия клавиши. Усилители смонтированы либо в обоих оконечных устройствах (ПУ-1), либо только в одном (ЭХО-1), либо в отдельном блоке (ОПУ-1М). К абонентским устройствам придаются блоки питания.

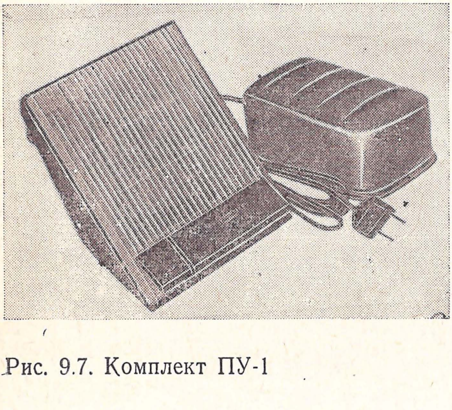


Рис. 9.7. Комплект ПУ-1

---

[1] В настоящее время эти концентраторы с производства сняты и заменены на К-3.

К оконечным абонентским устройствам относится также появившийся в последние годы «Автонабор-24», в функции которого входит автоматический набор заранее запрограммированных 24 семизначных (и менее значных) номеров с помощью кнопочного устройства. Набор любого номера осуществляется с номеронабирателя.

«Автонабор-24» (рис. 9.8) работает при температуре +10 до +40° С и влажности 85% при температуре 30° С. Аппарат перекрывает затухание разговорного тракта 30 дБ. Питание его осуществляется от сети переменного тока напряжением 220/127 В; потребляемая мощность — 60 В·А. «Автонабор-24» может работать как обычный телефонный аппарат с номеронабирателем. Габариты пульта управления — 325×215×110 мм, блока питания и коммутации — 530×265×160 мм. Пульт с блоком соединяется кабелем, который входит в комплект поставки.

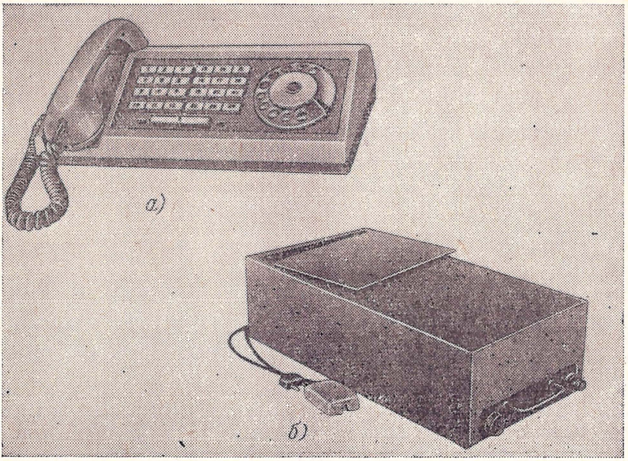


Рис. 9.8. «Автонабор-24»:
а) пульт управления; *б*) блок питания и коммутации

Схема «Автонабора-24» содержит:

— телефонный блок, выполняющий функции, присущие обычному телефонному аппарату;

— усилитель приема с автоматической регулировкой уровня, который работает при положенной микротелефонной трубке;

— блок запуска, предназначенный для занятия станции, включения питания устройства и запуска генератора импульсов при ответе станции. В состав блока входят несколько реле, элемент задержки на транзисторах и транзисторный усилитель постоянного тока. Включение устройства происходит только после получения тонального сигнала *Ответ станции*;

— генератор импульсов, предназначенный для выработки импульсов требуемой длительности;

— счетчик импульсов, служащий для отсчета необходимого числа импульсов в каждой серии и шести импульсов межсерийного времени. Каждая серия импульсов регистрируется счетной схемой, состоящей из семи реле и управляемой контактами импульсного реле;

— счетчик серии, предназначенный для счета серий номера абонента;

— блок межсерийного времени, который запускает генератор импульсов, подает импульс на счетчик серий, переключает счетчик импульсов на отсчет межсерийного времени, подготавливает счетчик импульсов к работе и сбрасывает его после отсчета серии импульсов или межсерийного времени;

— блок коммутации и программирования, служащий для предварительной установки 24 необходимых для набора номеров и подключения запрограммированных комбинаций номеров в схему устройства. В состав блока входят шаговый искатель, реле, кнопки, плата программирования и т. д.;

— блок выключения, предназначенный для отключения отдельных блоков от схемы устройства после выполнения им необходимых функций;

— блок питания, осуществляющий питание устройства от сети переменного тока напряжением 127/220 В. На выходе блока имеются следующие напряжения постоянного тока: ±30, ±60, —27, ±8, —12 В.

При пользовании автоматическим устройством набора достаточно нажать кнопку требуемого номера (1—24). После этого набор номера производится автоматически до тех пор, пока вызываемый абонент не поднимет микротелефонную трубку. Последнее сигнализируется на «Автонаборе-24» громким звуком. Вызывающий абонент может снять микротелефонную трубку с аппарата и приступить к разговору. Отбой в системе — односторонний. При пользовании номеронабирателем нажимается кнопка включения устройства. Нетрудно видеть, что «Автонабор-24» позволяет значительно сократить затраты времени абонента на установление соединения, особенно в тех случаях, когда вызываемый абонент занят другим разговором. В настоящее время выпускается также устройство автонабора на 60 номеров («Элетап»).

При установке телефонных аппаратов в производственных корпусах часто приходится принимать меры для защиты их от значительных уровней производственных шумов. Наиболее употребительным средством такой защиты является применение звуконепроницаемых кабин. В качестве этих кабин используются либо обычные уличные кабины для установки таксофонов, либо аналогичные кабины, собираемые на месте из дерева или других материалов.

Для сигнализации о поступлении вызова в данных условиях используются специальные приставки к телефонному аппарату — приставки дополнительных сигналов вызова ПДСВ. Назначение ПДСВ состоит в том, чтобы принять на себя вызывной ток и преобразовать его в мощный акустический или оптический или в тот и другой сигналы одновременно. Для создания акустического сигнала здесь обычно используются ревуны или колокола; оптические сигналы обеспечиваются электрическими лампами (рис. 9.2).

Приставки ПДСВ используются в тех случаях, когда мощность звонка телефонного аппарата не перекрывает уровень окружающего шума. Практически эта приставка может быть подключена к телефонному аппарату любого типа. Конструктивно ПДСВ состоит из трех элементов: схемного блока, размещаемого рядом с телефонным аппаратом, и двух выносных сигнальных устройств (оптического и акустического), устанавливаемых в местах, удобных для обслуживающего персонала.

9.2. МОСТОВЫЕ УСИЛИТЕЛИ

Как указывалось выше, на сетях межстанционных соединительных линий производственных АТС в некоторых случаях оказывается целесообразным применение мостовых усилителей, компенсирующих вносимое линиями затухание. Иногда мостовые усилители могут устанавливаться и на магистральных и на распределительных сетях.

Двусторонний мостовой усилитель (типа УМТ-3) собран на транзисторах. Усилители этого типа устанавливаются в кроссе или автоматном зале АТС и могут использоваться как в качестве оконечных, так и промежуточных устройств. В первом случае они включаются между кроссом абонентских или соединительных линий и коммутационным оборудованием телефонной станции. Во втором случае усилители включаются в кроссе промежуточной телефонной станции между двумя соединительными линиями. Схема организации связи с использованием мостовых усилителей дана на рис. 9.9.

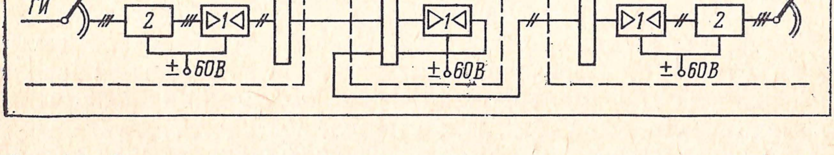


Рис. 9.9. Схема организации связи по соединительным линиям с использованием мостовых усилителей:

1 — мостовой усилитель; *2* — двухпроводный РСЛ

Величина усиления зависит от затухания участка цепи и при использовании усилителя в качестве оконечного может находиться в пределах от 2,6 до 8,7 дБ на частоте 800 Гц и до 11,3 дБ при применении его в качестве промежуточного. Усилитель устойчиво работает при величине тока подмагничивания, протекающего через линейные обмотки трансформатора усилителя, до 60 мА и не вносит заметных искажений в импульсы набора и сигналы взаимодействия АТС. Однако при этом необходимо учитывать, что включение усилителя в линию увеличивает ее емкость на 0,25 мкФ.

Двухполюсники, определяющие параметры усилителя, содержат наборы элементов, позволяющих получить заданное усиление усилителя, включаемого в цепи кабелей типа Т и ТЗ. Причем для настройки усилителя предусмотрена возможность регулирования переменных элементов двухполюсников. Схема мостового усилителя дана на рис. 9.10. Переходное затухание между линейными зажимами двух любых усилителей при усилении 7 дБ на частоте 800 Гц составляет не менее 78 дБ.

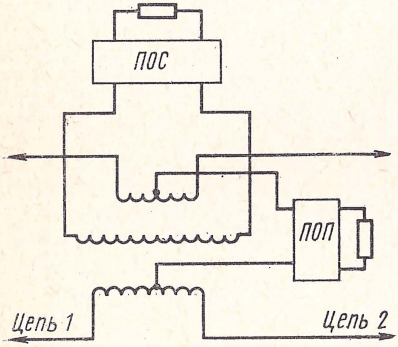


Рис. 9.10. Схема мостового усилителя:

ПОС — преобразователь обратного сопротивления; *ПОП* — преобразователь обратной проводимости

Питание усилителей производится от станционных источников тока напряжением 60 В. Возможно питание от источников с напряжением 24 и 48 В. Переход от одного напряжения к другому осуществляется перепайками.

Усилители размещаются по 20 комплектов на стойке с габаритами 2365×410×300 мм. На стойке имеются гнезда для акустического контроля слышимости, гнезда для подключения измерительной аппаратуры, устройства сигнализации о перегорании общестоечных и индивидуальных предохранителей. Масса стойки — 90 кг. Расход потребляемого тока на одну стойку составляет 0,5 А.

9.3. СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ ПО КАНАЛАМ ВЧ

Как указывалось выше, в ряде случаев соединительные линии АТС промышленных предприятий оказывается целесообразным организовывать по высокочастотным каналам, которые позволяют по каждой паре проводов получить несколько одновременно действующих каналов связи. В настоящее время для этих целей широко используется аппаратура высокочастотного уплотнения типа КРР и КАМА.

Аппаратура КРР предназначена для уплотнения 30 каналами каждой пары высокочастотного кабеля со стирофлексной изоляцией типа МКСГ, МКСБ и др. Аппаратура имеет два вида стоек оконечного оборудования — СИГ-1 и СИГ-30. Стойка типа СИГ-1 содержит индивидуальное и групповое оборудование 30 каналов и генераторное оборудование на четыре 30-канальные системы (120 каналов). Стойка типа СИГ-30 содержит только индивидуальное и групповое оборудование на 30 каналов.

Аппаратура типа КАМА выпускается взамен аппаратуры КРР и предназначена для уплотнения 30 каналами каждой пары высокочастотного кабеля с кордельно-стирофлексной изоляцией типа МКС и кабелей с полиэтиленовой изоляцией типа КСПП 4×4 или других, аналогичных, а также отдельных пар кабелей типа ТЗ и Т.

Максимальная дальность связи и средняя длина усилительного участка при уплотнении кабелей МКС и КСППБ приведены в табл. 9.2. Затухание на наивысшей частоте 550 кГц составляет 56,6 дБ.

Таблица 9.2

Тип кабеля	Дальность связи, км	Средняя длина усилительного участка, км
МКС 7×4×1,2; МКС 4×4×1,2	80	13
КСППБ 1×4×1,2	50	9

В кабелях типа ТЗ 4×4 можно уплотнить одну пару, в кабелях ТЗ 7×4 две пары, большей емкости — 3—4 пары. Длина усилительного участка для этого кабеля с различным диаметром жил приведена в табл. 9.3.

Аппаратура КАМА работает по двухполосной однокабельной системе, передача от станции *А* к станции *Б* осуществляется в спектре частот 12—248 кГц, от станции *Б* к станции *А* — 312—548 кГц.

Таблица 9.3

Диаметр жил кабеля ТЗ, мм	Длина усилительного участка, км, при допустимом уровне шумов, дБ		
	—130	—120	—110
0,8	5,8	5,7	4,5
0,9	7,2	6,0	4,8
1,2	9,2	7,7	6,0

Таблица 9.4

Диаметр жил кабеля типа Т, мм	Дальность связи, км	Длина усилительного участка, км
0,5	15	2,25
0,7	23	3,3

Однако аппаратурой КАМА возможно уплотнить и отдельные пары обычных кабелей типа Т по четырехпроводной однополосной двухкабельной системе в диапазоне до 250 кГц. Количество пар, пригодных для ВЧ уплотнения, составит: при одном усилительном участке — 32%; при двух — 17%; при трех — 11%; при четырех — 8%; при пяти — 5%; при шести — 3%. Максимальная дальность связи и средняя длина усилительного участка при уплотнении кабелей типа Т с различным диаметром жил приведены в табл. 9.4. Аппаратурой КАМА могут уплотняться также кабели, отдельные пары которых ранее были уплотнены аппаратурой КРР и КРРМ. Уплотнение аппаратурой КАМА целесообразно с учетом прокладки кабеля при расстояниях между АТС более 10 км.

Оконечная аппаратура КАМА состоит из стоек индивидуального оборудования СИО на 30 каналов каждая, группового оборудования СГО на 120 каналов, стойки передачи дистанционного питания СДП, общерядовой стойки ОРС. Промежуточная аппаратура состоит из стойки СПУ на четыре трансляции с местным питанием, которая устанавливается на обслуживаемых усилительных пунктах (ОУП). Другим вариантом промежуточной аппаратуры являются необслуживаемые усилительные пункты (НУП) с дистанционным питанием для двух 30-канальных систем, которые устанавливаются в грунтовых цистернах.

Необслуживаемые усилительные пункты могут быть следующих типов:

НУП-1, предусмотренный для двух 30-канальных систем без АРУ;

НУП-2, используемый для двух 30-канальных систем с АРУ при длине связи свыше 50 км;

НУП-3, предусмотренный для 24 трансляций без АРУ;

НУП-4, используемый для 24 трансляций с АРУ при длине связи свыше 50 км.

Все стойки оконечных станций и СПУ имеют одинаковые размеры — 236×315×2600 мм, питаются от источника постоянного тока 60 В при расходе тока на одну 30-канальную систему до 1,5 А.

В аппаратуре КАМА все управляющие и импульсные сигналы передаются по выделенному каналу (вне спектра разговорных частот) частотой 3825 Гц. Аппаратура уплотнения КАМА предназначена для организации с ее помощью односторонних соединительных линий, каждый канал имеет четырехпроводный выход с уровнем на приеме — 13 дБ, на передаче + 4,3 дБ.

Для согласования работы приборов АТС с аппаратурой КРР и КАМА устанавливаются реле соединительных линий уплотнения РСЛУ, которые в зависимости от назначения, могут быть местными исходящими и входящими, междугородными исходящими и входящими. Кроме того, применяются комплекты реле для включения по ВЧ каналам прямых абонентов. Комплекты РСЛУ для декадно-шаговых АТС размещаются на универсальных стойках размером 415×200×2365 мм по 20 комплектов на стативе. На этой же стойке находятся дифсистемы каналов.

Схема организации связи между двумя декадно-шаговыми АТС с использованием аппаратуры КАМА при двух усилительных участках и одном обслуживаемом усилительном пункте дана на рис. 9.11. Комплекты РСЛУ управляют работой сигнальных каналов, для которых в каждом канале аппаратуры выделена частота 3825 Гц. Манипуляция этой частотой с помощью специальных статических реле обеспечивает передачу импульсов набора номера и управляющих сигналов взаимодействия.

При связи со станциями координатной системы типа АТСК применяются стойки РСЛУК размером 726×290×2650 мм. На каждой такой стойке размещается 30 плат соответствующих РСЛУК, которые обеспечивают организацию четырехпроводного транзита.

При отсутствии комплектов РСЛУК для некоторых АТС координатных систем возможно использование типовых комплектов РСЛУ, предназначенных для декадно-шаговых АТС. В этом случае они соединяются каскадно с комплектами РСЛ, обеспечивающими трехпроводное входящее и исходящее соединение АТС координатной и декадно-шаговой систем между собой. Принцип такого включения заключается в том, что комплект РСЛУ условно является прибором АТС декадно-шаговой АТС, соединение которого с координатной АТС производится одним из известных способов связи декадно-шаговых и координатных АТС между собой.

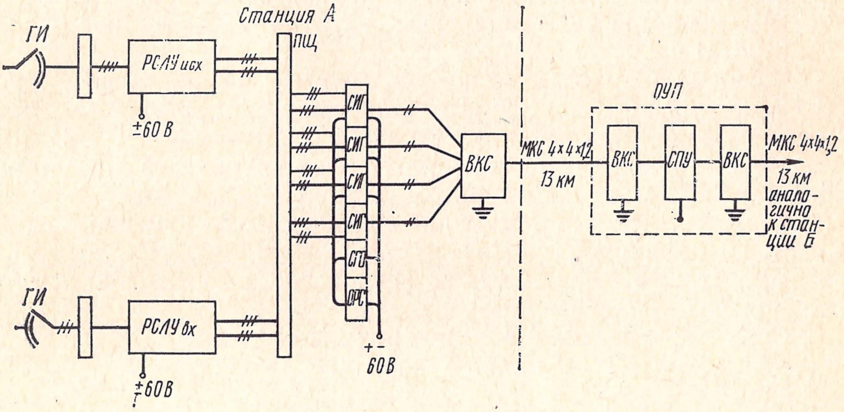


Рис. 9.11. Схема организации связи между двумя ПАТС с применением аппаратуры КАМА

Имеются также реле соединительных линий для включения в каналы аппаратуры КАМА прямых абонентов АТС.

Иногда (например, когда длина соединительных линий превышает 15—20 км, а количество их недостаточно, чтобы оправдать организацию связи с применением аппаратуры КАМА) для организации соединительных линий между АТС возникает необходимость использовать каналы разных систем высокочастотного уплотнения, в том числе таких, где импульсные и управляющие тональные сигналы передаются не по отдельному сигнальному каналу, как в аппаратуре КАМА, а по разговорному тракту приема и передачи, и в составе высокочастотной аппаратуры нет коммутационных устройств согласования с АТС.

В ряде случаев экономически оправдано уплотнение воздушных и кабельных линий аппаратурой трехканальной и двенадцатиканальной систем. Возможно также использование для соединительных линий между АТС арендованных у министерства связи каналов связи любой системы, в том числе оборудованных оконечными тональными усилителями ИТУМ. При организации по ВЧ каналам соединительных линий одностороннего действия (входящих и исходящих) используются комплекты трансляторов дальнего набора ТДН («Лотос»). Комплекты ТДН выпускаются для организации местной и междугородной связи. Имеются комплекты для АТС декадно-шаговой и координатной систем.

В состав трансляторов входят: комплекты реле для передачи управляющих сигналов и импульсов набора, которые преобразуются во временные тональные сигналы: дифсистемы, удлинители, статические реле и приемники тонального набора. Трансляторы устанавливаются на стандартных стативах АТС в количестве 20 на одном стативе.

Исходящий транслятор жестко связан, с одной стороны, с полем *ГИ* исходящей АТС, а с другой стороны, с аппаратурой уплотнения или усиления. Комплект имеет два самостоятельных входа, один из которых предусматривает включение удлинителей для организации связи с оконечным пунктом, а другой — для транзитной связи (удлинители при установлении транзитного соединения закорачиваются). Входящий транслятор также жестко связан, с одной стороны, с входом *ГИ* или *ЛИ* встречной АТС, а с другой стороны, с аппаратурой уплотнения и усиления.

Схема присоединения исходящего комплекта ТДН (ИТА-К) к координатной АТС и каналу связи изображена на рис. 9.12. Изображенный способ связи рассчитан на незначительное удаление АТС от ЛАЦ. При использовании арендованных каналов целесообразно оборудовать их оконечными усилителями ИТУМ и использовать имеющиеся в них генераторы тональной частоты, соответствующей частоте противоположного конца канала.

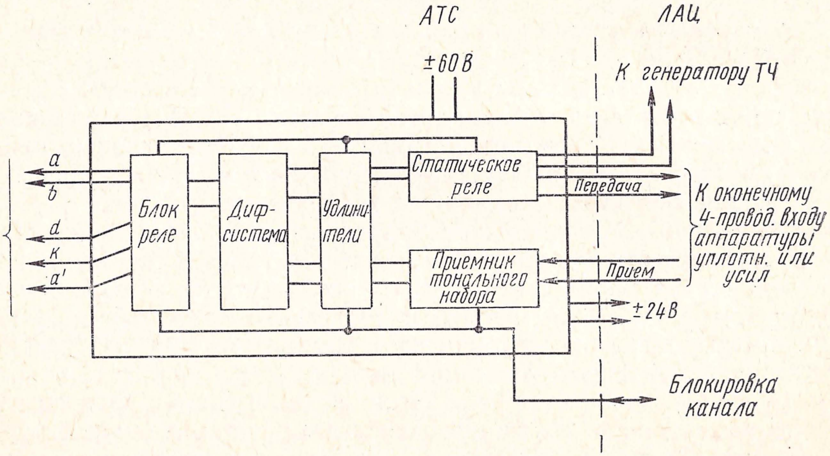

АТС
ЛАЦ
±60В
К генератору ТЧ
a
b
d
к
a'
Блок реле
Диф-система
Удлинители
Статическое реле
Передача
К оконечному 4-провод. входу аппаратуры уплотн. или усил
Приемник тонального набора
Прием
±24В
Блокировка канала

Рис. 9.12. Схема присоединения ТДН и АТСК к каналу связи

Кроме вышеописанного способа организации односторонних соединительных линий по каналам ВЧ возможна организация двусторонних соединительных линий, которые используются в сельской связи и энергосистемах. В настоящей книге способы организации такой связи не рассматриваются.

Питание комплектов ТДН осуществляется от источников постоянного тока напряжением 60 В (в основном) и 24 В.

В последнее время для уплотнения кабелей соединительных линий межстанционной связи используется аппаратура *импульсно-кодовой модуляции (ИКМ)*. Одной из основных характеристик, определяющих отличное качество связи по ИКМ системам, является высокая помехоустойчивость ИКМ сигнала, которая объясняется его цифровой структурой. В системе ИКМ взамен тональной частоты по линии связи передается соответствующая серия двоичных импульсов. Это дает возможность иметь значительно более низкую защищенность от шумов и переходных влияний (порядка 20—26 дБ вместо 70—80 дБ в частотных системах, например КАМА). Системы ИКМ могут работать на сетях пониженного качества, в частности на кабелях ТГ, ТПП.

Отделение сигнала от помехи и восстановление аппаратурой формы двоичного сигнала, называемое регенерацией, повторяется вдоль линии многократно, в промежуточных или так называемых регенерационных пунктах, вследствие чего не происходит накопления помех и шумов.

В настоящее время применяются две системы с импульсно-кодовой модуляцией: ИКМ-12 — для сельской телефонной связи. ИКМ-30 — для городской телефонной связи (она же может быть использована и для производственной связи).

Аппаратура ИКМ-30 обеспечивает организацию: 30 телефонных каналов в каждой системе; каналов передачи дискретной информации с помощью дополнительного оборудования; канала вещания вместо четырех телефонных каналов. Дальность связи определяется согласно табл. 9.5.

Таблица 9.5

Тип кабеля	Диаметр жил, мм	Длина регенерационного участка, км	Максимальное расстояние между обслуживаемыми регенерационными пунктами, км	Максимальная длина переприемного участка, км
ТГ с бумажно-воздушной изоляцией	0,5 0,7	До 1,5 До 2,6	25 41	50 82
ТПП пучковой скрутки	0,5 0,7	До 2,0 До 2,7	28 43	56 86

Аппаратура ИКМ-30 работает по четырехпроводной однокабельной или двухкабельной системе. Затухание каждого усилительного участка составляет не более 32 дБ при частоте 1024 кГц. Организация связи по однокабельной системе возможна при количестве проектируемых систем не свыше указанных в табл. 9.6.

В состав оконечного оборудования аппаратуры ИКМ-30 входят: СОО или СООС — стойка оконечного оборудования, обслуживает три 30-канальных системы, питается от источника постоянного тока 60 В при величине тока до 12 А (СОО) или от сети переменного тока 220 В при мощности до 0,5 кВА (СООС);

Таблица 9.6

Тип кабеля	Емкость кабеля	Максимальное количество систем ИКМ-30
ТГ	100	7
	150	16
	200	31
	300	30
ТПП пучковой скрутки	100	12
	300	25

САЦО — стойка аналого-цифрового оборудования, обслуживает четыре 30-канальных системы, питается от источника постоянного тока 60 В при токе до 10 А;

СОЛТ — стойка оборудования линейного тракта, обслуживает семь стоек САЦО, питается от источника постоянного тока 60 В при токе 25 А.

Промежуточное оборудование аппаратуры ИКМ-30 содержит шкаф НРП-К12, в котором размещены 12 двусторонних линейных регенераторов, питаемых дистанционно током 110 мА ± 10%. Дистанционное питание осуществляется от двух соединенных между собой источников тока по 120 В с заземленной средней точкой. Это следует учитывать при определении мероприятий по технике безопасности. Шкафы НРП-К12 размещаются в телефонных колодцах или подъездах зданий.

В состав оборудования ИКМ-30 входят также комплекты реле соединительных линий с АТС. Остаточное затухание канала аппаратуры ИКМ-30 при связи по двухпроводной схеме выбрано равным 2 дБ, но может быть также 3,5 и 7 дБ.

9.4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СВЯЗИ С ПОМОЩЬЮ МАЛОКАНАЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ РАДИОРЕЛЕЙНОЙ СВЯЗИ

При нахождении объектов в труднопроходимых для прокладки кабеля условиях, больших расстояниях между объектами, а также при необходимости срочной связи целесообразна организация радиорелейной связи с помощью аппаратуры радиорелейных линий типа «Контейнер». Аппаратура состоит из главной станции, промежуточных станций и оконечной станции. Для организации связи используется диапазон частот 392—467,95 МГц, в котором размещается 12 стволов, разнос между стволами составляет 8,7 МГц.

Конструктивно аппаратура РРЛ «Контейнер» выполнена так, что два ствола работают на одну антенну и в составе станции имеется два приемопередатчика (один на ствол). В каждом направлении с помощью двух стволов можно организовать шесть или двенадцать телефонных дуплексных каналов.

Обслуживаемой является только главная станция, оконечная и промежуточные станции — необслуживаемые и располагаются в контейнерах типа кабельных НУП либо в помещениях. Предусмотрена аварийная сигнализация и дистанционное управление с главной станции, а также служебная связь между станциями. Дальность связи между промежуточными станциями составляет 30—50 км в зависимости от условий распространения радиоволн УКВ диапазона (частоты 392—467,95 МГц), рельефа местности, уровней шумов и т. п. Общая дальность связи, обеспечиваемая аппаратурой, составляет 200—300 км при количестве промежуточных станций не более пяти.

Оборудование радиорелейной связи состоит из радиооборудования и аппаратуры высокочастотного уплотнения радиоканала.

Радиооборудование заказывается при соблюдении всех установленных правил согласования с Государственной инспекцией электросвязи (ГИЭ). В состав радиооборудования входят:

а) главная и оконечная станции: два приемопередатчика, блок автоматики, блок организации каналов, антенный фильтр, фидер-коаксиальный кабель РК-75-17-11 длиной 70 м, антенна (башня для установки антенны в состав станции не входит);

б) промежуточная станция: четыре приемопередатчика, блок автоматики, блок организации каналов, два антенных фильтра, два антенных устройства с фидером.

Мощность передатчика составляет 1,6 Вт, электропитание осуществляется от постоянного тока 24 В ± 10% с заземленным минусом батареи. Возможно преобразование переменного тока в постоянный с помощью выпрямителя тока ВБ 24/6 в буферном режиме с аккумуляторной батареей. Потребляемая мощность по постоянному току главной и оконечной станций в дежурном режиме — 20 Вт, в рабочем режиме — 70 В. Мощность, потребляемая промежуточной станцией, равна соответственно 40 и 130 Вт.

Станции имеют небольшие габариты: главная и оконечная станции — 440×500×560 мм; промежуточная станция — 400×500×1100 мм.

Блоки приемопередатчиков, автоматики и организации каналов размещаются один над другим, закрепляются между собой через кожухи и устанавливаются вместе с антенным фильтром на металлическую подставку настольного или настенного типа.

Оконечная и промежуточные станции работают при температуре от —10 до +40° С и влажности воздуха до 98% при температуре 35° С.

Аппаратура высокочастотного уплотнения радиоканала предназначена для организации между главной и оконечной станциями дуплексных телефонных каналов, а также выделения части каналов на промежуточных станциях. Аппаратура уплотнения выпускается отдельно от радиооборудования и состоит из следующих разновидностей:

ОР6ДС и ОР6ДСТ — оконечная на шесть каналов;

ОР6ДСТР и ОР6ДСР — оконечная на шесть каналов, устанавливается для развития системы с 6 до 12 каналов;

ВР6ДС и ВР6ДСТ — промежуточная на шесть каналов с выделением до трех каналов.

Разница между аппаратурой уплотнения ОР6ДС и ОР6ДСТ (соответственно ОР6ДСР и ОР6ДСТР, ВР6ДС и ВР6ДСТ) состоит в том, что индекс ДС означает станцию, предназначенную для работы с РТС и АТС без организации автоматического четырехпроводного транзита по ВЧ каналам, а индекс ДСТ означает станцию, предназначенную для работы с АТС, с возможностью организации автоматического транзита ВЧ телефонных каналов по двух- и четырехпроводным схемам.

Между двумя оконечными станциями образуются шесть высокочастотных каналов, занимающих в радиоканале диапазон частот 4—16, 20—32 кГц и один канал служебной связи. Полоса частот каждого канала — стандартная, т. е. 0,3—3,4 кГц, а канала служебной связи — 0,3—1,8 кГц. Для передачи импульсов набора и сигналов управления используется частота 3825 Гц.

Аппаратура уплотнения содержит АРУ, устройство защиты от помех, оборудование служебной связи, четырехпроводное переговорно-вызывное устройство. Основным источником питания является сеть переменного тока напряжением 220 В или 127 В с допустимым колебанием +10%, —20%. Резервным источником является батарея 24 В (допустимые колебания +20%, —10%) с заземленным плюсом или батарея АТС напряжением 60 В, с подключением аппаратуры к 20-й банке батареи (к остальным банкам подключается балластное сопротивление). Предусмотрен автоматический перевод аппаратуры на резервное питание. Потребляемая мощность основного комплекта станции составляет 71 Вт по переменному и 32 Вт по постоянному току, а дополнительного комплекта развития — 60 и 32 Вт соответственно.

Обе станции — основная и дополнительная — размещаются в общем шкафу размером 650×250×2150 мм. От радиооборудования аппаратура уплотнения может быть отнесена на расстояние до 1 км и соединяться с ним двумя кабелями КСПП 1×4×1,2 (или другими, аналогичными).

9.5. УПЛОТНЕНИЕ АБОНЕНТСКИХ ЛИНИЙ

Развитие промышленности в настоящее время производится не столько за счет строительства новых предприятий, сколько за счет реконструкции и расширения отдельных цехов и сооружений. При этом возникает необходимость значительного увеличения количества телефонов в этих цехах, независимо от того, насколько этот цех удален от АТС предприятия. Как правило, свободной емкости в кабелях телефонной сети к расширяемому цеху нет и приходится прокладывать новый кабель зачастую в условиях отсутствия или полной загрузки телефонной канализации.

Внедрение АСУ и телемеханики сталкивается с теми же проблемами. Очень часто на удаленных объектах (например, подстанция, насосная, железнодорожная станция) возникает необходимость в установке оконечного устройства передачи данных, датчика, а на этом объекте имеется всего один телефон АТС и отсутствует резерв емкости в сети. Поэтому приходится расширять комплексную телефонную сеть по всей территории действующего предприятия, что приводит к большим затратам, материальным и трудовым.

Проблема расширения сети по отдельным направлениям действующего предприятия может быть значительно упрощена за счет использования одноканальной аппаратуры ВЧ уплотнения абонентских линий типа АВУ.

Аппаратура АВУ предназначена для ВЧ уплотнения кабельных линий ГТС и комплексных телефонных сетей предприятия. По каждой паре жил кабеля образуется один дополнительный ВЧ канал, используемый в качестве абонентской линии. При этом существующий канал НЧ оставляется и по нему может вестись любая передача в полосе частот до 3,4 кГц, т. е. он может быть использован не только в качестве абонентской линии АТС, но и для диспетчерской связи, тревожной сигнализации, электрочасофикации, передачи данных, телемеханики и т. п. Высокочастотный канал предназначен исключительно для включения абонентов АТС.

На рис. 9.13 показан способ использования аппаратуры АВУ для уплотнения абонентской линии. На схеме показаны два возможных способа уплотнения абонентской линии: 1) оба канала используются для включения абонентов АТС; 2) высокочастотный канал используется для включения абонента АТС, а низкочастотный используется для сети передачи данных, телемеханики, сигнализации, электрочасофикации и т. п.

Если расстояние между полукомплектами аппаратуры нормируется по затуханию, то расстояние физической цепи определяется электрическими параметрами аппаратуры, в которую она включается.

Возможен и третий способ уплотнения абонентской линии: высокочастотный канал вместо АТС включается в абонентский комплект станции диспетчерской (оперативной) связи, работающей от источника постоянного тока, в которой вызов абонентом станции и вызов станцией абонента осуществляется аналогично схеме АТС. Использование земли при этом (например для сигнализации «Прошу слова» в станциях СДС М-50/100 и «Кристалл») по высокочастотному каналу исключается.

Низкочастотная часть аппаратуры ограничена фильтрами *ФНЧ*, не пропускающими полосы частот выше 3,4 кГц. Высокочастотная часть аппаратуры состоит из двух полукомплектов — станционного *(СПК)* и абонентского *(АПК)*. Сигналы, передаваемые от телефонной станции, преобразуются в *СПК* в высокочастотные токи и передаются по общей линии в *АПК*, где они возвращаются к исходному виду и передаются к телефонному аппарату абонента *Аб.2*. Точно так же происходит процесс и в обратном направлении от абонента *Аб.2* через *АПК* и *СПК* к *АТС*.

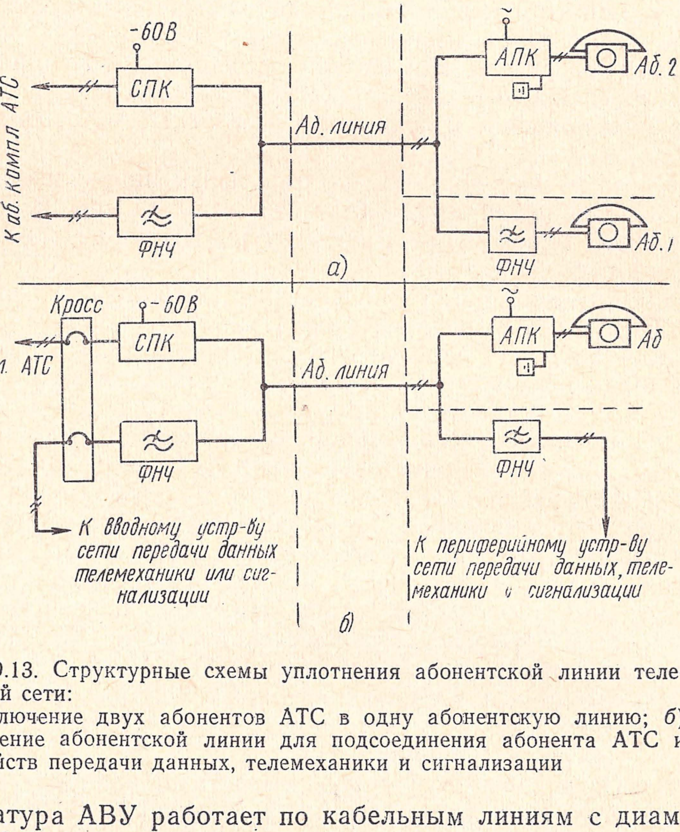

-60В
СПК
К аб. компл АТС
ФНЧ
Ад. линия
АПК
Аб.2
ФНЧ
Аб.1
а)
Кросс
-60В
К ад. компл. АТС
СПК
ФНЧ
Ад. линия
АПК
Аб
ФНЧ
К вводному устр-ву сети передачи данных телемеханики или сигнализации
К периферийному устр-ву сети передачи данных, телемеханики и сигнализации
б)

Рис. 9.13. Структурные схемы уплотнения абонентской линии телефонной сети:
а) включение двух абонентов АТС в одну абонентскую линию; *б*) включение абонентской линии для подсоединения абонента АТС и устройств передачи данных, телемеханики и сигнализации

Аппаратура АВУ работает по кабельным линиям с диаметром жил 0,4—0,7 мм и затуханием между полукомплектами до 4,3 дБ на частоте 800 Гц. Для уменьшения переходных влияний между ВЧ каналами, работающими по включенным в одну телефонную станцию цепям, важно не допускать разности уровней приема ВЧ сигналов в этих цепях. Это достигается тем, что на выходе *АПК* устанавливается регулируемая искусственная линия, дополняющая затухание физической цепи до затухания линии максимальной длины.

Для направления передачи «Абонент — станция» выбраны частоты 28±3,4 кГц, а для направления «Станция — абонент» — 64±±3,4 кГц.

В аппаратуре АВУ сигналы передаются с помощью амплитудной модуляции. Остаточное затухание канала составляет 4,3 дБ. В качестве номинального уровня передачи, создаваемого телефонным аппаратом абонента, принят нулевой уровень, на станционной стороне этот уровень составляет — 6 дБ. Качество связи по высокочастотному каналу АВУ превосходит качество связи по физической цепи из-за значительно меньшего уровня помех.

Комплект *СПК* питается от источника постоянного тока АТС напряжением 60 В. Питание *АПК* осуществляется от сети переменного тока. На случай перерыва подачи электроэнергии и при необходимости резерва предусмотрена автоматически включаемая резервная батарея из сухих элементов напряжением 12 В (поставляемая в отдельном ящике по особому заказу), предохраняемая от саморазряда с помощью подпитки ее малым током от сетевого выпрямителя. Запас емкости батареи достаточен для непрерывного питания *АПК* в течение 8—10 ч.

Конструкция аппаратуры АВУ учитывает особенности ее применения. Абонентский полукомплект, устанавливаемый в помещении абонента, выполнен в виде закрытой коробки, которая крепится к стене помещения. Часть оборудования (предохранитель питания, выводы регулируемой искусственной линии) доступна для обслуживающего персонала, остальная часть после установки пломбируется. Фильтр *ФНЧ,* включаемый в абонентскую линию и ограничивающий полосу частот НЧ канала, также выполнен в виде коробки, крепящейся к стене. Коробка с фильтром располагается либо у абонента *Аб.1*, либо в том месте уплотняемой линии, где от нее ответвляется линия к *АПК*. Станционные полукомплекты *АВУ* размещаются по десять штук в блоках станционных полукомплектов *БСПК*. Восемь *БСПК* занимают один стандартный статив АТС. Оборудование каждого *СПК* занимает одну печатную плату. На этой же плате размещен и фильтр нижних частот.

Глава 10

Электропитание установок производственной связи

10.1. КЛАССИФИКАЦИЯ АППАРАТУРЫ СВЯЗИ ПО СПОСОБАМ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Любая аппаратура проводной связи и сигнализации, радиосвязи и телевидения должна питаться электрической энергией, которая необходима для работы микрофонов, различных электромагнитных механизмов, двигателей, электронных ламп и полупроводниковых приборов. Часть аппаратуры или ее отдельные узлы питаются непосредственно переменным током (нити накала электронных ламп, двигателя магнитофонов и телевизионных камер и др.); другая (бо́льшая) часть требует для своего питания постоянный ток напряжением от двух до нескольких тысяч вольт (например аноды ламп телевизионных установок). Постоянный ток для питания отдельных узлов аппаратуры поступает либо от выпрямителей, входящих в состав аппаратуры, либо от посторонних источников постоянного тока.

Применяемую в настоящее время в промышленности аппаратуру связи, сигнализации и телевидения в части ее питания переменным и постоянным током можно разбить на четыре категории:

1. Аппаратура, питаемая исключительно переменным током: усилители, некоторые радиостанции, телевизионные установки, установки производственной громкоговорящей связи ПГС, аппаратура ВЧ связи по воздушным линиям, коммутаторы КД-18, КД-36, ТКМС, фототелеграфная аппаратура и т. п.

2. Аппаратура, питаемая переменным током с возможностью резервирования от сети постоянного тока: диспетчерские установки ЭДТС, «Псков», радиостанции «Гранит-М» и т. п.

3. Аппаратура, питаемая исключительно постоянным током: автоматические телефонные станции любой системы, аппаратура уплотнения, аппаратура транспортной и избирательной связи, некоторые мобильные радиостанции, приемные станции тревожной сигнализации, станции абонентского телеграфа, мостовые усилители и т. п.

4. Аппаратура, питаемая постоянным и переменным током (последний служит только для вызывных цепей, которые могут резервироваться от сети постоянного тока): почти все современные станции оперативной диспетчерской и директорской телефонной связи.

В зависимости от условий электроснабжения установки связи делятся согласно НТП 45.326-71 на группы IА, IБ, IIА, IIБ, III. Устройство электропитающих установок производственных средств связи регламентировано ОСТ4ГО.005.033.

10.2. СПОСОБЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Электропитание аппаратуры может осуществляться следующими способами:

1. Непосредственно от сети переменного тока. Этим способом питаются установки, содержащие выпрямители или не требующие для своей работы постоянного тока.

2. От сети переменного тока через посторонние выпрямители без резерва от аккумуляторной батареи. Так питаются ответственные установки проводной связи, отнесенные к группе IА, и менее ответственные, отнесенные к группе IБ. При необходимости обеспечения высокой надежности устанавливается 100-процентный резерв выпрямителей и оборудуются два независимых ввода переменного тока от различных подстанций.

3. От сети переменного тока с применением выпрямителей и резервированием от аккумуляторных батарей. Данным способом питаются установки: проводной связи, включая и АТС емкостью до 500 номеров, электрочасофикации и тревожной сигнализации групп I и II. Заряд батареи производится от питающих выпрямителей.

4. От сети переменного тока с помощью автоматизированных выпрямителей, работающих параллельно с аккумуляторными батареями. Питание установок I и II групп осуществляется по способу непрерывного подзаряда, а III группы — по способу периодического буфера.

5. От аккумуляторных батарей, работающих по способу «Заряд-разряд». Таким образом питаются установки связи и сигнализации III группы небольшой мощности, а также переносные радиостанции и некоторые специальные установки.

6. От источников постоянного тока с помощью преобразователей. По этому способу питаются радиостанции, а также установки связи, установленные на подвижных объектах (тепловозах, электровозах, кранах), работающих на постоянном токе от аккумуляторных батарей или контактной сети.

7. От первичных элементов. Данным образом осуществляется питание телефонных аппаратов системы МБ, небольших коммутаторов с бленкерными сигналами, малых электрочасовых установок, а также переносных радиостанций.

Ввиду дальнейшего совершенствования электрических сетей промышленных предприятий и увеличения их надежности вопросы резервирования питания установок связи с каждым годом приобретают все меньшую актуальность. Однако для таких особо ответственных установок, как автоматические телефонные станции, диспетчерские установки химических цехов, энергообъектов, шахт, железнодорожного транспорта и т. д., они еще не утратили своего значения. Снижаются требования к резервированию установок совмещенной связи (например, типа СДС, где абонент может подключаться либо к АТС, либо к диспетчерской станции, питаемым от различных источников тока).

Резервирование питания может быть выполнено различными способами: два независимых ввода переменного тока, резервные выпрямители, резервные аккумуляторы, резервные преобразователи постоянного тока в переменный, а также аккумуляторы, включенные параллельно выпрямителям.

10.3. ПИТАНИЕ НЕПОСРЕДСТВЕННО ОТ СЕТИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Подключение аппаратуры, питаемой переменным током, к сети производится согласно существующим правилам по устройству электрических установок. Следует обратить особое внимание на надежность и бесперебойность питания аппаратуры. В связи с этим ввод переменного тока в АТС или узел производственной связи должен быть осуществлен от той точки сети, которая является наиболее надежной (например шины трансформаторных подстанций). Необходимо избегать подключения аппаратуры связи параллельно осветительной нагрузке к различным щиткам вторичной коммутации, временным линиям, а также к тем участкам сети, к которым подключена нагрузка с резкими колебаниями потребляемой мощности (например сварочные трансформаторы). Если колебания в сети превышают компенсационные возможности аппаратуры, то ее необходимо подключать с помощью стабилизаторов.

Ответственные установки связи и сигнализации оборудуются двумя вводами от независимых точек электросети. Силовые вводы могут быть однофазными и трехфазными. Трехфазными вводами оборудуются установки, потребляющие трехфазный ток, а также группы однофазных потребителей, суммарная мощность которых превышает 5 кВ·А.

Как правило, ввод переменного тока в установки производственной связи (за исключением вводов к одиночной аппаратуре связи) осуществляется с помощью специальных распределительных щитов или типовых щитков, применяемых в силовой и осветительной сети на предприятиях. На АТС и крупных объединенных диспетчерских установках для ввода и распределения переменного тока устанавливаются щиты, основные данные которых приведены в табл. 10.1. На небольших установках связи и сигнализации для ввода и распределения переменного тока могут устанавливаться различные типовые силовые или осветительные щитки на несколько групп в зависимости от количества потребителей.

Таблица 10.1

Тип щита	Число фидеров		Максимальный ток фидеров, А		Конструкция и размеры, мм
	вводных	отходящих	вводных	отходящих	
ЩПТ-4/200, ЩПТА-4/200,	2	5	200	60	Прислонная 700×700×2250
ВЩ-2.	1	4	200	100	Настенная 765×261×875

10.4. ПИТАНИЕ ОТ СЕТИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ЧЕРЕЗ ПОСТОРОННИЕ ВЫПРЯМИТЕЛИ

Переменный ток может быть выпрямлен в постоянный с помощью следующих типов выпрямителей: кенотронных, ионных и полупроводниковых. Ниже рассматриваются только наиболее распространенные для питания установок производственной связи полупроводниковые выпрямители.

Полупроводниковое выпрямительное устройство состоит из трех основных частей (рис. 10.1): трансформатора *Тр,* предназначенного для преобразования напряжения переменного тока в то напряжение, которое нужно для питания устройств связи; выпрямительной схемы *В*, содержащей вентили, пропускающие электрический ток в одном направлении, и сглаживающего фильтра *Ф*, предназначенного для сглаживания пульсаций выпрямленного тока.

Выпрямленное с помощью вентилей напряжение является пульсирующим. Величина этой пульсации зависит от схемы выпрямления и характера нагрузки. Для уменьшения пульсации до нормы

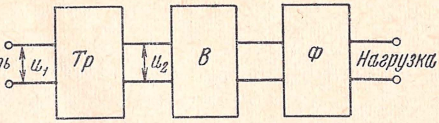


Рис. 10.1. Структурная схема выпрямительного устройства

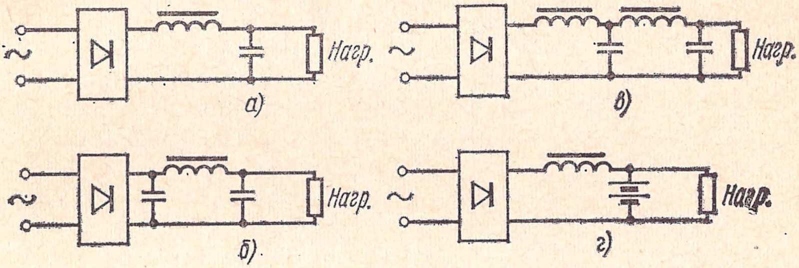


Рис. 10.2. Схема сглаживающих фильтров:
а) Г-образного; *б*) Н-образного; *в*) многозвенного; *г*) Г-образного с параллельно включенной аккумуляторной батареей

выпрямительное устройство снабжается сглаживающими фильтрами, схемы которых показаны на рис. 10.2.

Фильтр должен максимально уменьшать переменную составляющую выпрямленного напряжения, но по возможности меньше снижать постоянную составляющую выпрямленного напряжения. В связи с этим дроссели сглаживающих фильтров должны иметь малое активное сопротивление и значительную индуктивность, что при больших токах нагрузки приводит к увеличению размеров фильтра и его усложнению. Для упрощения фильтра в некоторых выпрямителях, входящих в состав аппаратуры связи, выделяется два напряжения (например в установках ЭДТС-66): одно — стабилизированное для питания линейных и микрофонных цепей и второе — нестабилизированное для питания местных цепей и сигнальных ламп.

Питание от сети переменного тока с помощью выпрямителей производится без резервирования от аккумуляторной батареи и с резервированием. В обоих случаях применяют такие выпрямительные установки, которые обеспечивают необходимую устойчивую стабилизацию выпрямленного тока с отключенной аккумуляторной батареей. Простейшими установками являются: а) блок питания типа БП-24/1 на выпрямленное напряжение 24 В и ток 1 А; б) выпрямительные блоки ВБ-24/3 и ВБ-24/6 с номинальным напряжением 24 В и током соответственно 3 и 6 А. Более сложным является устройство КВ-24М, выпрямляющее переменный ток напряжением

220 В в постоянный напряжением 24 В (при токе 3,6 А). Это устройство снабжено автоматикой, которая обеспечивает переключение с основного фидера на резервный и подключение аккумуляторной батареи к нагрузке при отсутствии переменного тока в обоих фидерах (рис. 10.3).

Наиболее совершенными устройствами электропитания узлов производственной связи при потреблении постоянного тока до 25 А являются комплексные автоматизированные электропитающие устройства типа ЭПУ на 5, 10, 15 А и ЭВУ на 25 А. Основой ЭПУ и ЭВУ является выпрямительный блок ВБ-60 на 5, 10, 15, 25 А.

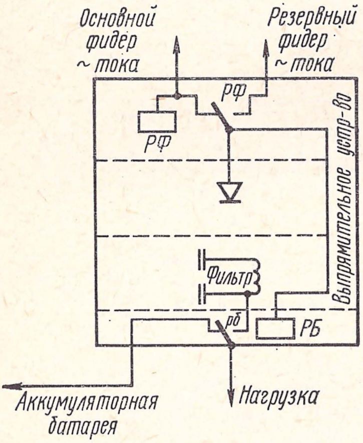


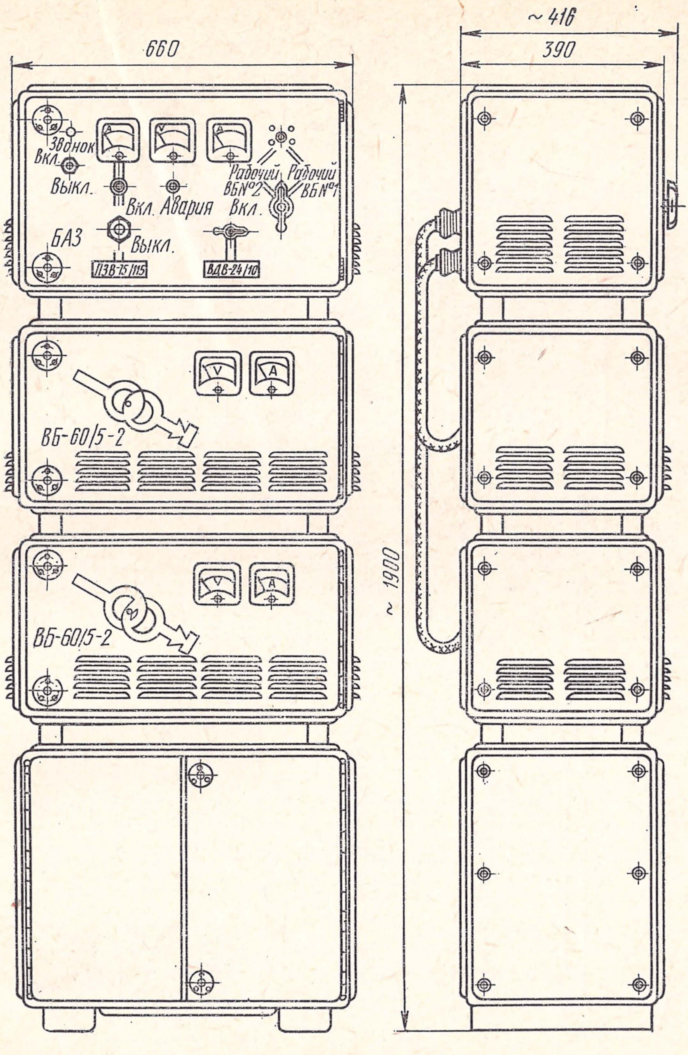
Рис. 10.3. Структурная схема выпрямительного устройства с переключением нагрузки на питание от резервной батареи

Выпрямительный блок содержит: феррорезонансный стабилизатор напряжения; выпрямительный мост; фильтр из двух дросселей и конденсаторов, который обеспечивает снижение пульсации при работе на активную нагрузку до 3—5 мВ при всех режимах работы.

Стабильность выходного напряжения ВБ-60 обеспечивается с точностью до ±(60±2) В при изменении напряжения в питающей сети в пределах 80—110% и тока нагрузки 5—100% от номинального значения. Выпрямительные блоки ВБ на 5, 10, 15 А могут устанавливаться отдельно от автоматизированных электропитающих установок в тех случаях, когда питание нагрузки осуществляется от сети переменного тока без резервирования от аккумуляторных батарей. В этих же случаях при токе нагрузки до 5А возможно применение стабилизированного выпрямительного устройства ВТ-61/5. Его электрические параметры примерно те же, что у ВБ-60/5-2; размеры — 570×292×385 мм. При организации электропитания узлов производственной связи с резервированием от аккумуляторов используются комплексные установки ЭПУ и ЭВУ-60/25.

В состав ЭПУ входят: выпрямительные блоки *ВБ* (соответствующей силы тока) — основной и резервный; блок автоматики и заряда БАЗ, шкаф типа ШТ-1. На рис. 10.4 представлен общий вид ЭПУ, а на рис. 10.5 схемы внешних соединений.

Заряд резервной батареи обеспечивается от резервного выпрямительного блока ВБ-60 и соединенного последовательно с ним вольтодобавочного выпрямителя ВДВ-24. При заряженной батарее ее подзаряд малым током осуществляется от подзарядного выпрямителя ПЗВ-75. Блоки автоматики и заряда выпускаются двух типов БАЗ и БАЗ-2 с максимальной величиной тока подзаряда соответственно 0,5 и 0,8 А и вольтодобавочным выпрямителем, обеспе-



~416
390
660
Звонок
Вкл.
Выкл.
Вкл.
Авария
Рабочий ВБ№2
Рабочий ВБ№1
Вкл.
БАЗ
Выкл.
ПЗВ-15/115
ВДВ-24/10
V
A
ВБ-60/5-2
V
A
ВБ-60/5-2
~1900

Рис. 10.4. Общий вид стойки ЭПУ

чивающим начальный зарядный ток до 10 А (блок БАЗ) или до 15 А (блок БАЗ-2). Напряжение подзаряда кислотных аккумуляторов для БАЗ и БАЗ-2 — 64 В (30 элементов), а щелочных — 75 В (47 элементов).

Блоки автоматики и заряда осуществляют полную автоматизацию ЭПУ во всех режимах и обеспечивают включение и выключение резервной аккумуляторной батареи и сигнализацию режимов работы выпрямительных блоков, неисправности рабочего и зарядного выпрямителей, срабатывание устройства защиты цепей пере-

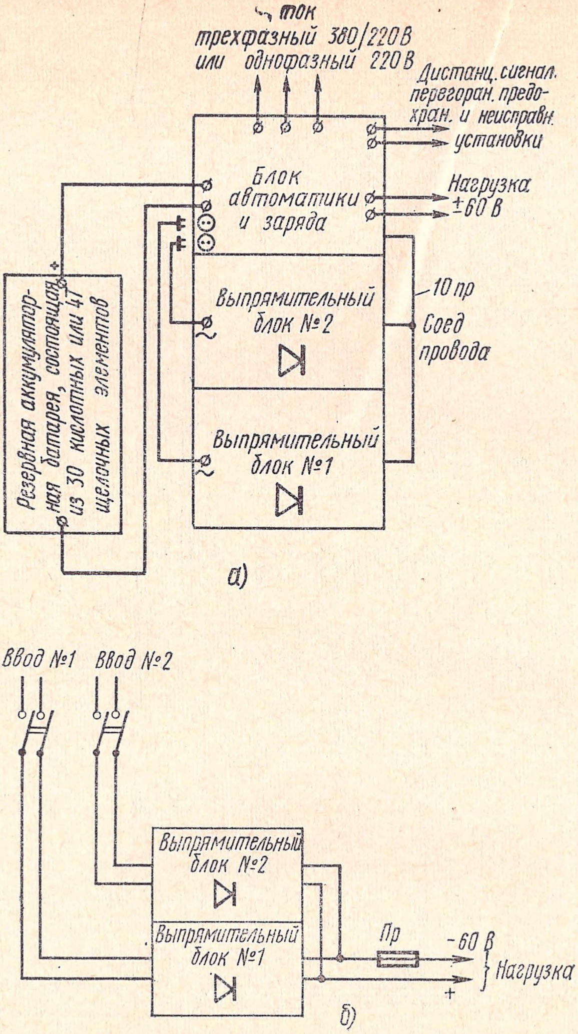

~ ток
трехфазный 380/220 В
или однофазный 220 В
Дистанц. сигнал. перегоран. предохран. и неисправн. установки
Блок автоматики и заряда
Нагрузка ±60 В
Резервная аккумуляторная батарея, состоящая из 30 кислотных или 47 щелочных элементов
+
Выпрямительный блок №2
10 пр
Соед провода
Выпрямительный блок №1
а)
Ввод №1
Ввод №2
Выпрямительный блок №2
Выпрямительный блок №1
Пр
-60 В
+
Нагрузка
б)

Рис. 10.5. Схема внешних соединений блоков ЭПУ: *а*) с резервированием от аккумуляторной батареи; *б*) без резервирования от аккумуляторной батареи

менного и постоянного токов, понижение напряжения на нагрузке менее допустимого и др.

Емкость резервных аккумуляторов определяется по формулам, приведенным в табл. 10.2.

При токе нагрузки 15—25 А, что имеет место при питании АТС емкостью от 300 до 500 номеров или наличии нескольких крупных станций диспетчерской связи и необходимости резервирования, электропитание узлов производственной связи осуществляется от

Таблица 10.2

Группа электроснабжения	Расчетные формулы для определения номинальной емкости аккумуляторных батарей при использовании аккумуляторов	
	свинцовых	железо-никелевых
IБ	$Q = 4{,}8\,\Sigma I_{\text{ЧНН}} + Q_{\text{ав. освещ}}$	$Q = 5{,}7\,\Sigma I_{\text{ЧНН}} + Q_{\text{ав. освещ}}$
IIА, IIБ	$Q = 8{,}4\,\Sigma I_{\text{ЧНН}} + Q_{\text{ав. освещ}}$	$Q = 10\,\Sigma I_{\text{ЧНН}} + Q_{\text{ав. освещ}}$

электровыпрямительных установок ЭВУ-60/25-4. Как и ЭПУ, ЭВУ не требует щитового оборудования и дополнительных выпрямителей, комплектуется в одном шкафу и обеспечивает, при перерывах в подаче электроэнергии, автоматическое переключение АТС и другой аппаратуры на питание от одногрупповой аккумуляторной батареи. При восстановлении напряжения внешней сети ЭВУ-60/25-4 обеспечивают автоматический заряд батареи в две ступени. В отличие от ЭПУ, ЭВУ осуществляет безобрывное переключение нагрузки на резервную аккумуляторную батарею, в то время когда при использовании ЭПУ этот перерыв в момент переключения на батарею составляет до 0,5 с. Коэффициент полезного действия электропитающей установки ЭВУ равен 0,65 и $\cos\varphi = 0{,}75$.

Структурная схема ЭВУ-60/25-4 приведена на рис. 10.6. Габаритные размеры стойки ЭВУ — 1000×500×2250 мм. Стойка уста-

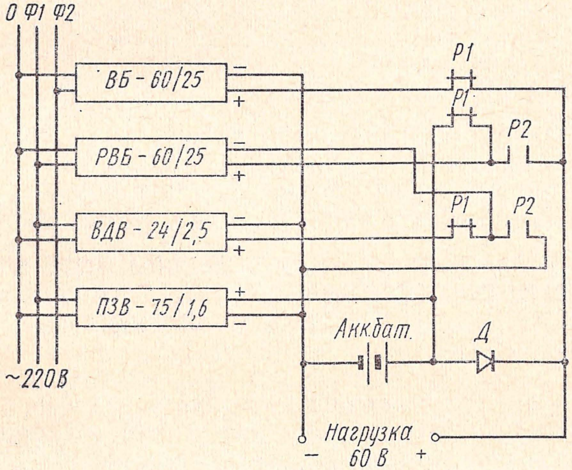


Рис. 10.6. Структурная схема электропитающей установки узла производственной связи при суммарном токе нагрузки от 15 до 25 А и резервировании от аккумуляторной батареи:

Д — управляемый вентиль, замыкает цепь питания от резервной батареи при отсутствии напряжения постоянного тока и выходе выпрямителей из строя; *Р1, Р2* — контакторы; в нерабочем положении контакторов *Р1* и *Р2* питание нагрузки осуществляется от основного выпрямителя ВБ, в рабочем состоянии контакторов питание нагрузки производится от резервной батареи РВБ. Заряд батареи осуществляется от последовательно включенных выпрямителей РВБ и ВДВ в нерабочем положении контакторов *Р1* и *Р2*. Подзаряд батареи происходит от подзарядного выпрямителя ПЗВ при любом положении контакторов *Р1* и *Р2* навливается либо вплотную к стене, либо в общем ряду со стативами АТС или другого оборудования.

При питании АТС емкостью от 300 до 500 номеров аккумуляторная батарея собирается из 30 кислотных аккумуляторов (с отводом от 20-го аккумулятора), емкость которых рассчитывается по формулам табл. 10.2.

В случае гарантированного электроснабжения от двух фидеров электропитающей сети, подключаемых к различным подстанциям, отсутствии необходимости в резервировании от аккумуляторной батареи и величине потребляемого тока до 25А используется установка ЭВУ-60/25-2. В состав этой ЭВУ входят два выпрямителя, каждый из которых подключается к отдельному силовому вводу. Выпрямители могут работать раздельно на полную мощность или параллельно на половинную мощность каждый. Фильтр установки обеспечивает сглаживание пульсаций до величины 5 мВ псофометрических и автоматическую стабилизацию. При нагрузке свыше 25 А возможно параллельное соединение двух электропитающих установок.

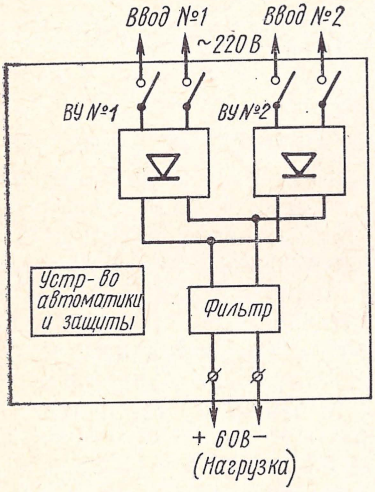


Рис. 10.7. Структурная схема электропитающей установки узла производственной связи при суммарном токе нагрузки от 15 до 25 А без резервирования от аккумуляторной батареи

Схема ЭПУ-60/25-2 изображена на рис. 10.7. Представленная схема в общем виде является типичной и для автоматизированных выпрямительных установок лучевой системы (ВУЛС), предназначенных для безаккумуляторного питания крупных узлов связи.

10.5. ПИТАНИЕ ОТ СЕТИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С ПОМОЩЬЮ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ ПАРАЛЛЕЛЬНО С АККУМУЛЯТОРНЫМИ БАТАРЕЯМИ

Питание от сети переменного тока через выпрямители, работающие параллельно с аккумуляторными батареями, выше было охарактеризовано как наиболее надежное, хотя и более сложное. Возможны два способа такого питания: 1) непрерывный подзаряд батареи; 2) периодический буфер — часть суток аппаратура питается от выпрямителя, работающего параллельно с аккумуляторной батареей, а часть суток — непосредственно от батареи.

При этих способах питания используются выпрямители различных типов: БВ, ВУ, ВУК, основные технические данные которых приведены в табл. 10.3 (данные указаны только для тех типов вы-

Таблица 10.3

Тип выпрямительной установки	Номинальное значение выпрямленного напряжения, В	Максимальное значение выпрямленного тока, А	Минимальное значение выпрямленного тока, А	Условная мощность, кВт	КПД	Коэффициент мощности	Габариты, мм
БВ-24/2,5	24	2,5 (длительный ток нагрузки до 1,8)	—	—	0,5	0,6	450×250×205
ВУ-93/22	62	22	2,2	2	0,69	0,72	650×700×2250
ВУ-66/70	62	70	3,5	4	0,7	0,75	650×700×2250
ВУ-66/140	62	140	7,0	8	0,72	0,72	900×700×2250
ВУК-90/25	62	25	2,5	2	0,72	0,75	450×700×2250
ВУК-67/70	62	70	3,5	4	0,77	0,75	550×700×2250
ВУК-67/140	62	140	7,0	8	0,8	0,72	800×700×2250

прямителей, которые применяются в установках производственной связи).

На рис. 10.8 изображена схема электропитающей установки с использованием выпрямителя типа ВБ-24/2,5. Она широко используется в небольших установках транспортной и избирательной связи. Имеется возможность ручной регулировки напряжения и параллельного соединения двух и трех выпрямителей. Выпрямители работают параллельно с аккумуляторной батареей и непрерывно ее подзаряжают. При временном перерыве энергоснабжения батарея переходит в режим разряда и продолжает без перерыва питать нагрузку, расходуя запасенную емкость. После восстановления подачи электроэнергии выпрямители снова принимают на себя питание нагрузки и одновременно подзаряжают батарею. При повышении напряжения батареи до 2,2 В на один кислотный или 1,6 В на один щелочной аккумулятор выпрямитель возвращается в режим импульсного подзаряда.

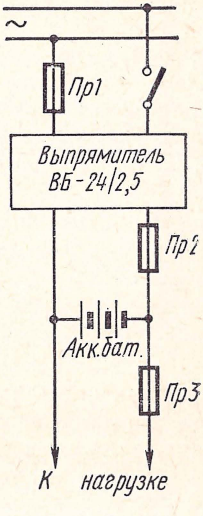
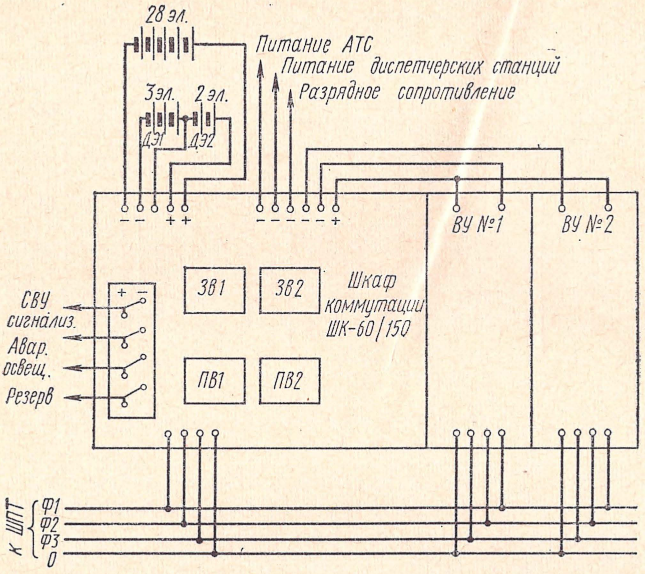


Рис. 10.8. Схема электропитания с использованием выпрямителя ВБ-24/2,5

Электропитание АТС емкостью от 600 до 2000 номеров осуществляется от выпрямительных устройств *ВУ* или *ВУК* с параллельно подключенной к ним аккумуляторной батареей, работающей в буферном режиме. Схема питания изображена на рис. 10.9. Коммутация основных и дополнительных элементов аккумуляторной батареи и выпрямительных устройств производится с помощью шкафа коммутации типа ШК-60/150. Аппаратура, размещенная в шкафу, позволяет полностью автоматизировать работу ЭПУ во всех режимах и обеспечивает передачу дистанционных сигналов о неисправности элементов питания.



28 эл.
Питание АТС
Питание диспетчерских станций
Разрядное сопротивление
3эл.
2 эл.
ДЭ1
ДЭ2
– – + +
– – – – – +
ВУ №1
ВУ №2
ЗВ1
ЗВ2
Шкаф коммутации ШК-60/150
ПВ1
ПВ2
+ –
СВУ сигнализ.
Авар. освещ.
Резерв
К ШПТ
Ф1
Ф2
Ф3
0

Рис. 10.9. Структурная схема электропитания ПАТС емкостью от 600 до 2000 номеров:

ВУ № 1, ВУ № 2 — выпрямительные устройства типа ВУ-66/70, ВУК-67/70 или ВУ-66/140, ВУК-67/140; *ЗВ1, ЗВ2* — зарядные выпрямители; *ПВ1, ПВ2* — подзарядные выпрямители; *ДЭ1, ДЭ2* — дополнительные элементы

При нормальной работе ЭПУ параллельно выпрямительным устройствам включены 28 аккумуляторов, что создает на каждом аккумуляторе напряжение 2,2±0,05 В. При переходе батареи в состояние разряда и снижении питающего напряжения до 59,5 В включается первая группа из трех дополнительных элементов, а при вторичном понижении напряжения до 59,5 В — вторая группа из двух дополнительных элементов. При восстановлении буферного напряжения и повышении напряжения питания до 66 В дополнительные элементы отключаются. Заряд основной батареи производится от резервного выпрямителя, а дополнительных элементов — от специальных зарядных выпрямителей, имеющихся в шкафу коммутации. По окончании заряда дополнительные элементы автоматически переводятся в режим содержания от подзарядного выпрямителя шкафа коммутации. Вышеописанная схема рассчитана на питание станций с дополнительными пределами изменения напряжения 58—66 В. Для питания станций с пределами изменения напряжения 54—72 В используется буферная система питания с использованием одногрупповой батареи из 30 свинцовых аккумуляторов.

Питание производственных АТС емкостью свыше 2000 номеров осуществляется аналогично городским АТС.

10.6. ПИТАНИЕ ОТ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ПО СПОСОБУ «ЗАРЯД-РАЗРЯД»

Способ питания «Заряд-разряд» является устаревшим и неэкономичным. Он используется только в установках, не обеспеченных круглосуточным электроснабжением и отнесенных к III группе, а также для питания переносных радиостанций. При этом требуется следующее электропитающее оборудование: выпрямитель, зарядно-разрядный щит и две аккумуляторные батареи, каждая из которых рассчитана на обеспечение питанием нагрузки не менее 24 ч. Данные выпрямителей, применяемых для заряда батарей при способе питания «Заряд-разряд», а также для заряда резервных батарей при питании от сети переменого тока с резервированием от аккумуляторов, приведены в табл. 10.4.

Таблица 10.4

Тип выпрямителя	Подводимое напряжение переменного тока, В	Выпрямленное напряжение, В	Максимальный выпрямительный ток, А	КПД	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
ВСА-10А	127/220	6 или 12	12 или 7	0,45	366×160×170	6
ВСА-111Б	127/220	0,8 — 80	0,4 — 8	0,6	415×310×340	28
ВСА-6А	127/220	12 или 24	24	0,5	305×225×400	19
ВСА-5А	127/220	0 — 64	0 — 12	0,6	415×310×340	28
ВСА-4А	127/220	120 или 240	2	0,5	305×225×400	18
ВУ-110/24А	380/220 (трехфазное)	0 — 110	24	0,65	560×500×500	60

10.7. ПИТАНИЕ ОТ ИСТОЧНИКОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА

При питании аппаратуры связи от источников постоянного тока объекта в тех случаях, когда напряжение источника отличается от напряжения и рода тока, требуемого для питания данной аппаратуры, используются преобразователи. К примеру, на кранах прокатных станов имеется бортовая сеть постоянного тока напряжением 220/250 В, а для питания установленной на кране радиостанции требуется переменный или постоянный ток напряжением 12 В. Такое же несоответствие напряжений и рода токов наблюдается при установке аппаратуры связи на тепловозах и электровозах.

Известны три способа преобразования постоянного тока:

1) с использованием машинных одноякорных преобразователей, вырабатывающих переменный ток частотой 50 Гц;

2) посредством полупроводниковых преобразователей, преобразующих постоянный ток в переменный и в постоянный ток необходимого напряжения;

3) аккумуляторами, питающими аппаратуру связи и непрерывно подзаряжаемыми от бортовой сети постоянного тока.

Типы машинных преобразователей, используемых для питания аппаратуры связи от сети постоянного тока, приведены в табл. 10.5.

Таблица 10.5

Тип преобразователя	Подводимое напряжение постоянного тока, В	Потребляемый ток, А	Вырабатываемая мощность, Вт	Напряжение переменного тока, В	Ток нагрузки, не более, А	Габариты, мм[1])	Масса, кг
ПО-300А	24	26,5	300	120	3,1	420×300	33
ПО-300Б	50	9,0	190	110	1,82	420×300	33
ПО-300В	75	6,0	190	110	1,82	420×300	33
ПО-300Г	28	22	240	220	1,36	420×300	24
ПО-550АФ	200	5,4	550	125	9,4	418×290	37
ПО-550Ф	100	10,8	550	125	9,4	418×290	37
ПО-1000	120	12,5	1000	120	10,4	455×300	40
ОП-120Ф1	110	3,0	150	127	1,39	325×180	12
ОП-120Ф2	220	1,5	150	127	1,37	325×180	12
ОП-120Ф3	24	10,5	90	127	0,82	325×180	12

[1]) Указаны длина и высота преобразователя.

Статические (полупроводниковые) преобразователи, в отличие от машинных преобразователей, вырабатывающих напряжение синусоидальной формы, преобразуют постоянный ток в переменный прямоугольной формы. Транзисторные преобразователи используются при мощности до 500 Вт, а тиристорные — свыше 500 Вт.

Полупроводниковые преобразователи постоянного тока применяются также при необходимости получения повышенного напряжения (например 220 В для питания анодных цепей аппаратуры ВЧ) от основного источника постоянного тока напряжением 24 В. К таким преобразователям относятся, например, ПА-24/220, ПТЛ-24/120 и ПТМ-24/120, используемые для питания аппаратуры транспортной связи (в числителе приведено входное, а в знаменателе — выходное напряжения).

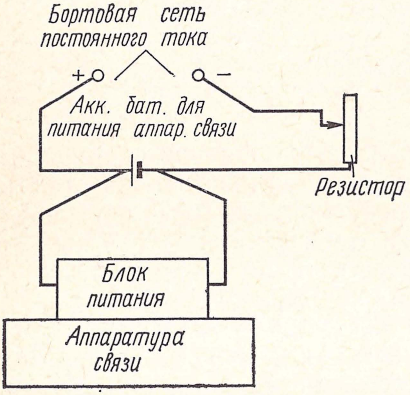

Бортовая сеть постоянного тока
+
−
Акк. бат. для питания аппар. связи
Резистор
Блок питания
Аппаратура связи

Рис. 10.10. Схема электропитания при высоком напряжении бортовой сети постоянного тока

При высоком напряжении бортовой сети постоянного тока применение полупроводниковых преобразователей, непосредственно подключенных к этой сети, затруднено. В таких случаях питание аппаратуры связи можно осуществить по схеме, изображенной на рис. 10.10. Аккумуляторная батарея (обычно щелочная) постоянно подзаряжается небольшим током от бортовой сети. Аппаратура питается от аккумуляторной батареи с помощью блока питания (полупроводникового преобразователя), обычно входящего в комплект данной аппаратуры.

Описанным выше способом питаются станции ВЧ связи на шахтном электровозе или кране, где напряжение бортовой сети составляет 250 В, а входное напряжение блока питания станции — 12 В.

10.8. ПИТАНИЕ ОТ ПЕРВИЧНЫХ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

От первичных элементов питаются телефонные аппараты системы МБ, промежуточные абонентские пункты избирательной системы, а также некоторые переносные радиостанции (например «Недра») и переносная измерительная аппаратура. Электрические характеристики некоторых гальванических элементов и батарей, применяемых на промышленных предприятиях, приведены в табл. 10.6. Первичные гальванические элементы благодаря низкой стоимости и простоте могут использоваться также для питания небольших коммутаторов (например коммутаторов транспортной

Таблица 10.6

Тип элемента или батареи	Начальные характеристики		Гарантированный срок хранения, месяцы	Емкость в конце гарантированного срока, А·ч	Режим разряда при испытании	
	напряжение, В	емкость, А·ч			сопротивление внешней цепи, Ом	конечное напряжение, В
Элементы типа:						
1,50 ТМЦ-29,5	1,50	29,5	18	22,0	10,0	0,7
1,66 ТМЦ-У-28	1,66	28,0	18	23,0	10,0	0,7
1,46 ТМЦ-7-5	1,46	7,5	12	7,0	10,0	0,7
1,60 ТМЦ-У-8	1,60	8,0	12	7,5	10,0	0,7
1,35 ТВМЦ-50	1,35	45,0	15	30	10,0	0,7
1,30 НВМЦ-250	1,30	250,0	15	150,0	4,5	0,95
Батареи типа:						
70АМЦГ-5	70,0	5,0	15	3,5	1000	35,0
1,28НВМЦ-525	1,28	525,0	15	315,0	2	0,8
65АНМЦ-1,3-П	65	1,3	15	0,95	4680	40,0
1,46НМЦ-60	1,46	60	12	45,0	3	0,9

связи с бленкерными сигналами), электрочасов с небольшим количеством включенных вторичных механизмов (20—30), полупроводниковых усилителей малой мощности, некоторых сигнальных устройств.

Иногда рационально их применение в качестве автоматического резерва при питании небольших установок связи и сигнализации от сети переменного тока с помощью выпрямителей.

10.9. ПИТАЮЩИЕ ПРОВОДКИ

Аппаратура связи и сигнализации присоединяется к источникам постоянного и переменного тока с помощью питающих проводок, которые выполняются сильноточными кабелями и проводами. Сечение жил кабелей и проводов рассчитывается с учетом величины потребляемого тока, длины проводки и нормы падения напряжения Δu.

Для линий постоянного тока, однофазной и трехфазной переменного тока Δu может быть определена соответственно по формулам

$$\Delta u = \frac{nLI_{\text{н}}}{\rho q};$$

$$\Delta u = \frac{nLI_{\text{н}}\cos\varphi}{\rho q u_{\text{л}}} \cdot 100\%;$$

$$\Delta u = \frac{\sqrt{3}LI_{\text{л}}\cos\varphi}{\rho q u_{\text{л}}} \cdot 100\%,$$

где n — число проводов в линии; L — длина линии, м; $I_{\text{н}}$ — ток нагрузки линии, А; $I_{\text{л}}$ — линейный ток в проводах трехфазной линии, А; ρ — коэффициент электропроводности (для меди — 57, для алюминия — 33); q — сечение провода, мм^2; $u_{\text{л}}$ — линейное напряжение, В.

Искомое сечение жил определяется, исходя из принятой для каждого участка проводки нормы падения напряжения. Величина Δu для постоянного тока определяется как разность между наименьшим напряжением на зажимах питаемой аппаратуры. Для приближенных расчетов рекомендуемая величина Δu составляет: при напряжении 24 В — 0,8 В; при 48 В — 1,0 В; при 60 В — 1,6 В и при 220 В — 5 В. Для питающих проводок переменного тока, связывающих вводный щиток с аппаратурой связи, Δu является частью общей допустимой нормы потерь напряжения от сетевого трансформатора до клемм потребителя. При установке отдельного трансформатора или питания непосредственно от шин общей трансформаторной подстанции допустимая потеря напряжения не должна превышать: 4% при мощности трансформатора 5 кВ·А, 4,5% при мощности 10—20 кВ·А и 5% при мощности 30—100 кВ·А.

Кабели питающей проводки сети переменного тока прокладываются либо отдельно от кабелей связи, либо совместно с ними в общих желобах, но в отдельных пакетах с расстоянием между пакетами 100 мм.

Глава 11

Оборудование диспетчерских пунктов

11.1. МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ И СОСТАВ ДИСПЕТЧЕРСКИХ ПУНКТОВ

Под *диспетчерским пунктом* понимается место, из которого средствами связи и телемеханики осуществляется дистанционное централизованное управление производственными процессами. На промышленных предприятиях, как указывалось выше, преобладает, как правило, многоступенчатая структура диспетчерского управления. Вследствие этого имеется целая группа рассредоточенных на территории предприятия диспетчерских пунктов. В некоторых случаях, когда это оправдывается экономическими и другими соображениями, в одном помещении может размещаться несколько диспетчерских пунктов. Выбор месторасположения диспетчерского пункта производится с учетом обеспечения минимума затрат на станционные и линейные сооружения и удобства эксплуатации. При наличии на предприятии нескольких диспетчерских пунктов все они связываются соединительными линиями с центральным диспетчерским пунктом предприятия, а в некоторых случаях и между собой. В цехах, расположенных на компактных территориях (аглофабрика, блюминг и т. д.), диспетчерские пункты размещаются в бытовых помещениях этих цехов. Это позволяет диспетчерскому аппарату осуществлять оперативное руководство, иметь постоянный личный контакт с руководством цеха и исполнителями, а также способствует уменьшению расходов на линии и аппаратуру связи. Центральный диспетчерский пункт предприятия обычно размещают с учетом максимального приближения к административному центру предприятия и к основным производственным цехам.

В диспетчерских пунктах размещается оборудование связи, а также телемеханики и вычислительной техники. Из оборудования связи здесь обычно находятся станционные устройства диспетчерской и технологической связи. Кроме того, если телефонная сеть предприятия районирована, то в цеховом, кустовом и т. п. диспетчерском пунктах могут размещаться также цеховые АТС.

Помещения, занимаемые диспетчерскими пунктами, обычно состоят из диспетчерской, аппаратной, аккумуляторной, мастерской для ремонта и наладки оборудования и различных вспомогательных помещений.

В *диспетчерской* располагаются диспетчерский пульт управления, мнемосхемы, переговорные устройства и коммутаторы связи. В этом помещении постоянно находятся диспетчер и его операторы (если они имеются). Остальное оборудование — релейные стативы, усилители и т. д.— выносится в отдельное помещение, получившее название *аппаратной*. Это помещение обслуживается службой эксплуатации технических средств (как правило, подразделениями цеха связи предприятия). Аналогичные помещения в диспетчерских пунктах железнодорожного транспорта носят название *релейных*. В некоторых случаях (для небольших диспетчерских пунктов) диспетчерская и аппаратная могут быть совмещены. *Аккумуляторная* устраивается в диспетчерских пунктах при необходимости резервирования сети переменного тока и питания постоянным током соответствующего оборудования.

Взаимное расположение помещений диспетчерского пункта должно обеспечить удобство пользования, хорошую доступность к аппаратуре, минимальный расход кабелей и т. д.

11.2. РАСПОЛОЖЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ В ДИСПЕТЧЕРСКОЙ

На современных промышленных предприятиях количество различных приборов и органов управления, сосредоточиваемых на диспетчерском пункте, достигает сотен и даже тысяч штук. Поэтому компоновка оборудования диспетчерской производится на основании рекомендаций новой отрасли науки — инженерной психологии, позволяющей учесть особенности человеческого организма и более эффективно использовать возможность человека — диспетчера. Качество компоновки определяется удобством положения диспетчера при работе, возможностью максимального обзора и простотой работы с органами управления. Отсюда следует, что при размещении оборудования в диспетчерской необходимо рационально разместить основные приборы и органы управления, правильно спроектировать рабочее место и выбрать рабочую позу для диспетчера.

При определении площадки для диспетчерской необходимо учитывать, что в тесном помещении вследствие психологического влияния стесненности человек устает быстрее. Кроме того, следует иметь в виду обеспечение необходимого обзора мнемосхемы и видеоконтрольных устройств промышленных телевизионных установок, которые обычно выносятся перед столом диспетчера на расстояние 3—5 м.

На столе диспетчера устанавливаются телефонные коммутаторы, телефонные аппараты, микрофоны, громкоговорители и другое важнейшее для него оборудование. Конструктивно диспетчерские столы имеют Т- или Ш-образную форму. Телефонные коммутаторы либо врезаются в диспетчерский стол, либо располагаются около него. Лицевая панель пульта должна располагаться на уровне стола, для чего пульты врезаются в стол или устанавливаются на специальных тумбах. Высота сиденья диспетчера от пола для мужчины высокого роста составляет 450 мм, уровень глаз — 1200—1250 мм, расстояние от туловища диспетчера до органов управления, к которым он наиболее часто обращается,— 500 мм.

11.3. РАСПОЛОЖЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ В АППАРАТНЫХ И АККУМУЛЯТОРНЫХ

В аппаратных оборудование связи размещается совместно с оборудованием телемеханики, СЦБ, вычислительной техники. Ранее оборудование размещалось по всему помещению аппаратной. Позже стали применять так называемое *стативное размещение,* которое имеет следующие преимущества:

— обеспечивается свободный доступ к отдельным узлам аппаратуры и возможность ведения открытого монтажа;

— уменьшается расход кабелей, соединяющих отдельные виды оборудования, и упрощается подвод внешних кабелей;

— более эффективно используется помещение;

— улучшается обзор оборудования обслуживающим персоналом.

Стативный метод размещения оборудования нашел широкое распространение там, где имеется большая концентрация разнообразных средств связи, применяемых для диспетчерских и технологических целей (на предприятиях металлургической, горнообрабатывающей и ряда других отраслей промышленности). Высота всех стоек, составляющих ряды, одинакова. Это достигается установкой оборудования, имеющего меньшую высоту, на соответствующие подставки, а также установкой одного оборудования над другим (например двух абонентских стативов СДС М-50/100). Одинаковая высота всех стативов и стоек ряда позволяет проложить над ними воздушный кабельрост, а также способствует лучшему эстетическому восприятию помещения аппаратной. Число рядов зависит от состава и количества оборудования. Длина ряда не должна превышать 5 м. Размещение стативов производится перпендикулярно к окнам. Естественный свет должен падать на коммутационное поле слева. Оборудование связи и телемеханики устанавливается в самостоятельных рядах или в раздельных аппаратных. Оборудование настенного типа крепится к стене так, чтобы обслуживаемая его часть находилась на высоте 1,2—1,3 м от пола.

Размеры эксплуатационных проходов в аппаратной диспетчерского пункта должны быть следующими, м:

между стеной и лицевой стороной оборудования	1,3—1,5
между торцами стоек и стеной (главный проход)	1,2
между стеной и монтажной стороной оборудования	0,7—0,8
между торцами стоек и стенок (минимальное)	0,2
между стеной и аппаратурой шкафного типа	ширина двери плюс 0,3 м
между оборудованием телефонной связи и выпрямителями напольного типа	1,2
между лицевыми сторонами аппаратуры	1,2
между торцами рядов аппаратуры и выступающими частями отопительных приборов:	
при центральном отоплении	0,5
при печном отоплении	0,8
между аппаратурой и выступающими частями отопительных приборов при печном отоплении:	
лицевая сторона аппаратуры	0,9—1,0

монтажная сторона	0,8
между стеллажами аккумуляторных батарей (минимальное)	1,0
между стеллажами аккумуляторных батарей и стеной при одностороннем расположении стеллажей	0,8

С появлением стативов прислонной конструкции стало возможным размещать оборудование рядами вдоль стен или тыльными сторонами друг к другу. На рис. 11.1—11.4 показаны примеры расположения оборудования в диспетчерских, а на рис. 11.5 — пример размещения оборудования в аппаратной диспетчерского пункта.

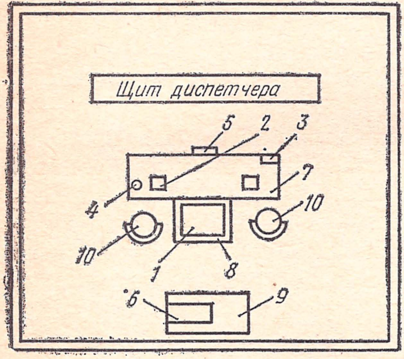


Рис. 11.1. Пример расположения оборудования в диспетчерской (коммутатор с двумя рабочими местами):

1 — пульт СДС М-50/100; *2* — телефонный аппарат; *3* — громкоговоритель; *4* — микрофон; *5* — дуплексный усилитель; *6* — магнитофон; *7* — стол двухтумбовый; *8* — тумба высотой 0,6 м; *9* — стол; *10* — кресло вертящееся

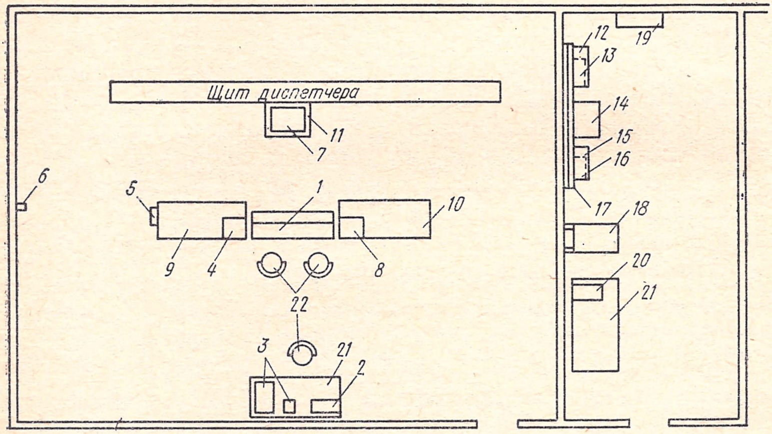
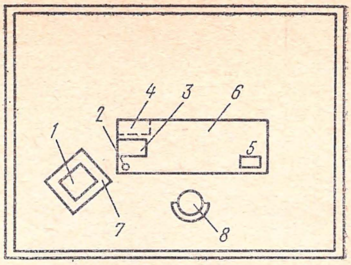


Рис. 11.2. Пример расположения оборудования в диспетчерском пункте (коммутатор с двумя рабочими местами, производственная громкоговорящая связь и промышленное телевидение):

1 — пульт СОС-30/60; *2* — магнитофон; *3* — факсимильный аппарат с телефонным аппаратом АТС; *4* — пульт старшего ПГСИ-30М, врезанный в стол; *5* — усилитель *УУ-2М*; *6* — громкоговоритель *ПГС* типа ГР-1; *7* — видеоконтрольное устройство; *8* — пульт управления *ПТУ*; *9* — стол с левой тумбой; *10* — стол с правой тумбой; *11* — тумба под телевизор; *12* — щит силовой; *13* — щит земель; *14* — выпрямительные блоки (основной и резервный); *15* — шкаф ПГСИ-30М; *16* — блок коммутации *ПТУ*; *17* — каркас; *18* — статив СОС-30/60; *19* — шкаф ШРП; *20* — прибор испытательный; *21* — стол; *22* — кресло вертящееся

Рис. 11.3. Пример размещения оборудования в диспетчерской (коммутатор на одно рабочее место):

1 — коммутатор КД-60; *2* — микрофон коммутатора; *3* — автоматический номеронабиратель типа «Элетап»; *4* — блок коммутации «Элетап»; *5* — пульт студии радиотрансляционного узла; *6* — стол; *7* — тумба; *8* — кресло вертящееся



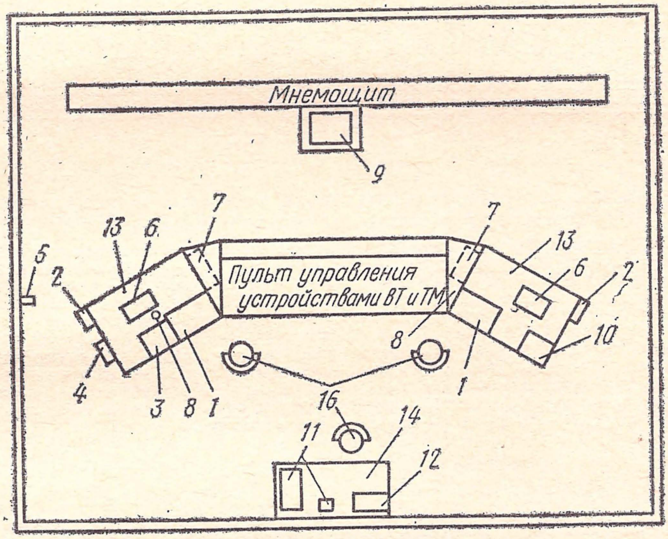


Рис. 11.4. Пример размещения оборудования в диспетчерской (установка «Кристалл» с двумя пультами, ПГСИ-30М, ПТУ и др.):

1 — пульт установки «Кристалл»; *2* — усилитель дуплексный; *3* — пульт старшего ПГСИ-30М; *4* — усилитель *ПГС* типа УУ-2М; *5* — громкоговоритель *ПГС* типа ГР-1; *6* — автоматический номеронабиратель типа «Элетап»; *7* — блок коммутации «Элетап»; *8* — микрофон; *9* — видеоконтрольное устройство; *10* — пульт управления *ПТУ*; *11* — факсимильный аппарат с телефонным аппаратом АТС; *12* — магнитофон; *13* — панель пульта или стол; *14* — стол; *15* — тумба под телевизор; *16* — кресло вертящееся

Вводные устройства (кроссы, вводные стативы, вводные щиты) устанавливаются в непосредственной близости от места ввода линейных кабелей. Взаимное расположение оборудования должно обеспечивать минимальный расход станционных кабелей и проводов, а также необходимые удобства при эксплуатации. Обычно диспетчерская и аппаратная размещаются в смежных помещениях на одном этаже, однако допускается размещение их и на разных этажах с максимально возможным приближением к общей вертикальной оси.

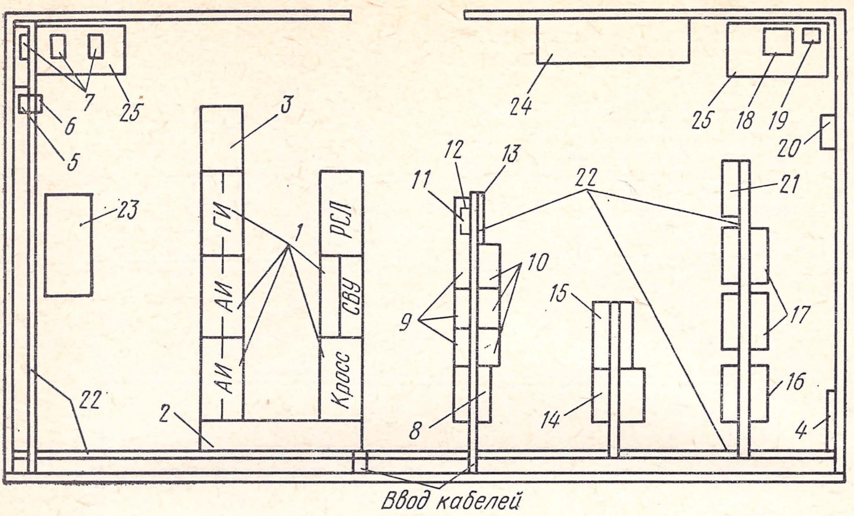

7
25
6
5
23
22
2
3
1
ГИ
АИ
АИ
РСЛ
СВУ
Кросс
24
25
18
19
20
12
13
11
22
21
10
9
8
15
14
17
16
4
Ввод кабелей

Рис. 11.5. Пример размещения оборудования в аппаратной диспетчерского пункта (УПАТС 100/400, установка «Кристалл», радиотрансляционный узел ТУ-1 и др.):
1 — УПАТС 100/400 емкостью 200 номеров; *2* — напольный желоб (в комплекте УПАТС 100/400); *3* — блок дополнительных услуг *БДУ*; *4* — приставка комплекта громкоговорящей связи *БДУ*; *5* — приставка комплекта диктофона *БДУ*; *6* — приставка комплекта автоинформатора *БДУ*; *7* — диктофоны; *8* — вводное устройство на 375 линий; *9* — стативы установки «Кристалл» емкостью 110 линий; *10* — стативы промежуточного оборудования установки «Кристалл»; *11* — релейный шкаф ПГСИ-30М; *12* — блок коммутации *ПТУ*; *13* — каркас (панель); *14* — щит переменного тока *ЩПТА*; *15* — выпрямительное устройство безаккумуляторного питания ВУ-60/25-2; *16* — устройство выходной коммутации *УВК*; *17* — усилитель проводного вещания *УПВ-1*; *18* — усилитель микрофона *УМ*; *19* — пульт микрофонного усилителя *ПМУ*; *20* — выпрямитель типа КВ-24М; *21* — электрочасовая подстанция; *22* — воздушные желоба; *23* — стол рабочий; *24* — шкаф для деталей и инструмента; *25* — стол

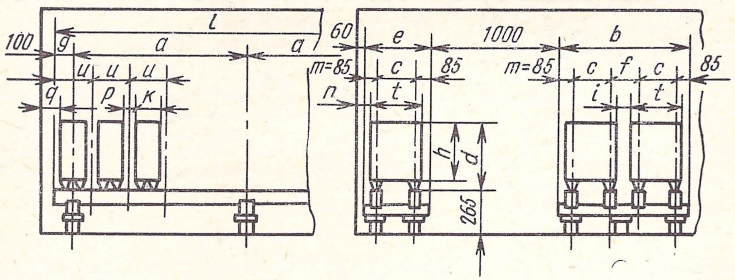

l
100
g
a
a
60
u
u
u
q
p
k
e
1000
b
m=85
c
85
m=85
c
f
c
85
n
t
i
t
h
d
265

Рис. 11.6. Стеллажи для аккумуляторных батарей

В аккумуляторных помещениях аккумуляторные батареи размещаются на стеллажах, внешний вид которых приведен на рис. 11.6. Размеры стеллажей даны в табл. 11.1.

Таблица 11.1

Типы аккумуляторов	Размеры, мм (рис. 11.6)															
	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*	*i*	*k*	*l*	*n*	*p*	*q*	*t*	*u*
С-1	до 1700	660	125	290	295	240	до 150	270	150	80	*u* × число элементов	100	30	115	215	110
С-2		660	125	290	295	240		270	150	130		100	30	115	215	160
С-3		660	125	290	295	240		270	150	180		100	30	115	215	210
С-4		625	125	290	295	205		270	100	215		92,5	65	132,5	230	280
С-5		625	125	290	295	205		270	100	215		92,5	65	132,5	260	280
С-6	до 1500	570	105	510	275	190		485	100	220		100	65	132,5	195	285
С-8		570	105	510	275	190		485	100	220		100	65	132,5	205	285
С-10		695	165	510	335	195		485	100	220		97,5	65	132,5	260	285
С-12		695	165	510	335	195		485	100	220		97,5	65	132,4	270	285
С-14		760	195	510	365	200		485	100	220		95	65	132,5	315	285
С-16	до 130	860	245	510	415	200		485	100	220		95	65	132,5	345	285
С-18		960	295	510	465	200		485	100	220		95	65	132,5	395	285
С-20		990	305	510	475	210		485	100	220		90	65	132,5	425	285

11.4. СТАНЦИОННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Монтаж любого оборудования заключается в соединении различных элементов этого оборудования, иногда размещаемых в различных помещениях, устройств электропитания и заземления, производства необходимых кроссировок на вводном устройстве (стативе или кроссе). Эти соединения, выполняемые кабелями и проводами, получили название *станционных соединений.*

Станционные соединения зависят от типа и состава оборудования, наличия другой аппаратуры в диспетчерском пункте, величины требуемого напряжения питания и других факторов. Для соединений используются: многопарные станционные кабели, экранированные кабели (для монтажа микрофонных цепей и линий выхода на радиоузел), кроссовые провода, силовые и контрольные кабели и провода. Ниже даются характеристики основных типов кабелей, используемых для соединений оборудования диспетчерских пунктов:

ТСВ — кабель телефонный, станционный, шланговый с поливинилхлоридной изоляцией в поливинилхлоридной оболочке. Емкость кабеля — 5×2; 10×2; 20×2; 30×2; 41×2; 103×2; 5×3; 10×3; 20×3, диаметр жил 0,4 и 0,5 мм;

ТРП, ТРВ — кабели телефонные однопарные емкостью 1×2, диаметр жил — 0,5 мм;

РВПШЭ, РВШЭ — кабели с медной жилой в поливинилхлоридном шланге емкостью 1×2 и 5×2, экранированные;

КНРГ — КНРБ — кабели контрольные с резиновой изоляцией в резиновой негорючей оболочке;

ВРГ — кабель силовой с резиновой изоляцией в винилитовой оболочке, сечение медных жил от 1 мм² и выше, число жил — 1, 2 и 3;

НРГ — то же, в резиновой негорючей оболочке;

АВРГ — кабель силовой с резиновой изоляцией в поливинилхлоридной оболочке, сечение алюминиевых жил от 4 мм² и выше, число жил — 1, 2 и 3;

АНРГ — то же, в резиновой негорючей оболочке;

ПР — провод с резиновой изоляцией в пропитанной оплетке из хлопчатобумажной пряжи; сечение медных жил — от 0,75 мм² и выше;

АПР — то же, но с алюминиевой жилой сечением от 1,5 мм² и выше;

ПКСВ — провод кроссовый станционный с поливинилхлоридной изоляцией, двужильный или трехжильный.

Для станционных соединений в помещениях диспетчерских пунктов предусматривается либо сооружение воздушных кабельростов, либо подпольных желобов, накрываемых щитами. Последний способ удобен для оборудования, имеющего ввод снизу. Оборудование диспетчерской связи, как правило, имеет ввод сверху, что обусловливает применение кабельростов. Кроме того, кабельросты удобно монтировать в помещениях, специально не приспособленных для размещения оборудования связи.

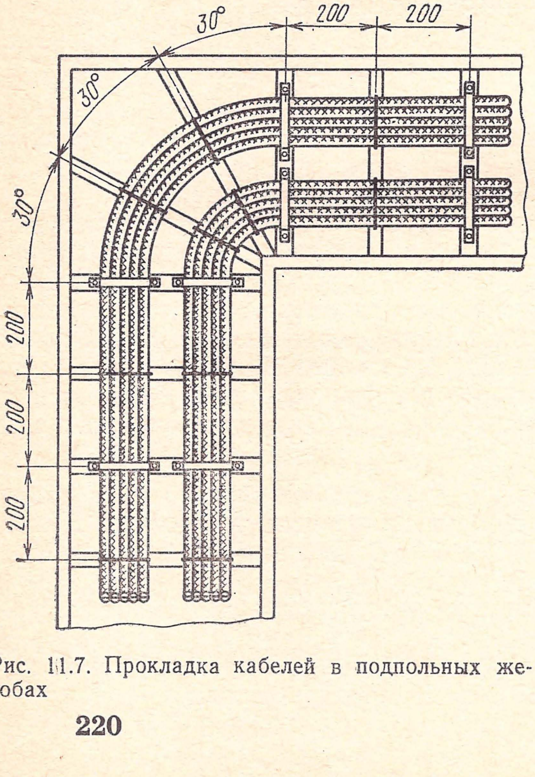


Рис. 11.7. Прокладка кабелей в подпольных желобах

Все желоба, предназначенные для прокладки кабелей, окрашиваются масляной или эмалевой краской: воздушные желоба — под цвет оборудования, подпольные и напольные желоба — под цвет оборудования, а подпольные и напольные желоба с внутренней стороны — в серый цвет. При укладке кабелей в желобах более тяжелые кабели должны находиться внизу, а однопарные — наверху. На участках поворота и спуска кабелей внутренние радиусы изгиба должны быть не меньше шестикратного наружного диаметра для кабелей с пластиковой оболочкой и десятикратного наружного диаметра для кабелей со свинцовой оболочкой. В подпольных желобах кабели укладываются на деревянные рейки сечением 30×25 мм. Расстояние между рейками на прямом участке желоба — не более 200 мм, на поворотах желоба рейки устанавливаются под углом 30° (рис. 11.7). Кабели и провода электропитания и сигнализации прокладываются в отдельных пакетах.

11.5. ЗАЗЕМЛЕНИЯ ДИСПЕТЧЕРСКИХ ПУНКТОВ

Аппаратура, размещаемая на диспетчерских пунктах и других узлах производственной связи, должна быть оборудована заземлением.

Заземлением называется устройство, состоящее из заземлителей и проводников, соединяющих заземлители с электротехническими установками.

Заземлителем называется металлический проводник или группа проводников любой формы (труба, шина, проволока и т. п.), находящихся в непосредственном соприкосновении с землей и предназначенных для создания с землей электрического контакта.

Сопротивление заземления представляет собой сумму сопротивлений подводящих проводов и прилегающих к заземлению слоев грунта. Согласно ГОСТ 464-68 на стационарных установках проводной связи в зависимости от их характера и назначения могут применяться четыре вида заземлений — рабочие, защитные, линейно-защитные и измерительные.

Рабочее заземление служит для соединения с землей аппаратуры связи, работающей с использованием земли в качестве одного из проводов электрической цепи.

Защитное заземление предназначено для защиты обслуживающего персонала, линии и аппаратуры связи от опасных напряжений и придания устройствам связи потенциала земли, что бывает необходимо для целей экранирования, защиты от переходных токов и т. п.

Линейно-защитное заземление служит для заземления металлических покровов междугородных кабелей (оболочек и экранов) по трассе кабелей и на каждой станции, куда эти кабели заходят.

Измерительное заземление, являющееся вспомогательным, предназначено для использования при контрольных измерениях величин сопротивлений рабочего и защитного слоя заземлений.

В зависимости от вида аппаратуры проводной связи некоторые из этих заземлений можно объединить. Так, например, если земля не используется в качестве одного из проводов электрической цепи, рабочее заземление не требуется и в соответствующих пунктах устраивается только защитное заземление. Если же рабочее заземление необходимо, то в большинстве случаев на него же возлагаются функции и защитного заземления, которое при этом отдельно не оборудуют. Получающееся таким образом объединенное рабоче-защитное заземление называют просто рабочим заземлением. Допустимость такого объединения обусловливается тем, что сопротивление рабочего заземления при прочих равных условиях всегда должно быть меньше сопротивления защитного заземления.

Стационарные установки проводной связи различного назначения, размещенные в одном пункте, по ГОСТ 464-68 могут быть подключены к общим заземлениям. Сопротивления общих заземлений должны удовлетворять всем нормам, относящимся к каждому из подключаемых к ним устройств. Вследствие этого в условиях промышленных предприятий устраивается только рабочее заземление, выполняющее одновременно и функции защитного заземления, т. е. являющееся, по существу, объединенным рабоче-защитным заземлением.

К рабочему заземлению (если оно объединено с защитным) подключаются: провод глухозаземленной нейтрали трансформаторной подстанции, питающей аппаратуру связи, металлические части силового оборудования; корпусы электроосветительной арматуры. Кроме того, к рабочему (объединенному) заземлению на телефонных станциях подключаются: положительный полюс электропитающей установки, сигнальные цепи реле соединительных линий, металлические части оборудования телефонных станций (стативы реле, каркасы, кроссы и т. д.), экраны кабелей внутренней проводки, металлические прокладки многократного поля АТС, разрядники.

Величины сопротивлений заземления должны составлять при удельном сопротивлении грунта до 100 Ом·м — 8 Ом; от 100 до 300 Ом·м — 10 Ом; от 300 до 500 Ом·м — 15 Ом и свыше 500 Ом·м — 20 Ом.

Заземлители могут быть естественными и искусственными. Естественными заземлителями могут служить: проложенные под землей металлические трубопроводы, за исключением трубопроводов, покрытых изолирующими материалами; осадные трубы; металлические конструкции и арматура железобетонных конструкций зданий и сооружений, имеющих соединение с землей; свинцовые обо-

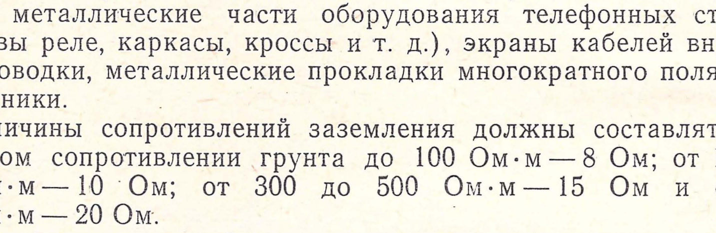


Рис. 11.8. Устройство заземлений

лочки кабелей (при числе кабелей не менее двух), проложенных в земле; контур заземления.

С заземляющими магистралями аппаратуры связи естественные заземлители соединяются не менее чем двумя проводниками, присоединенными к заземлителю в разных местах.

В качестве искусственных заземлителей применяют угловую сталь. Кроме того, используются некондиционные водогазопроводные трубы. Электроды заземления изготавливают из обрезков угловой стали размером 50×50×5 мм или труб длиной 2,5 м. Объединение электродов осуществляется соединительными шинами, которые с помощью провода подключаются к щиту заземлений. Соединительные шины изготавливаются из полосовой стали и привариваются к заземлителям. Схема устройства заземлений приведена на рис. 11.8.

Глава 12

Эксплуатация средств производственной связи

12.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Нормальное действие средств связи на промышленном предприятии позволяет эффективно управлять всей производственной деятельностью. Эффективное управление создает ритмичность в работе, способствует выполнению производственных программ в установленные сроки, правильной организации взаимодействия между специализированными подразделениями. Перерывы в действии связи могут вызвать тяжелые последствия: остановку производственного процесса, аварии, неправильное использование материально-технических ресурсов и т. д. Особенно велика роль средств связи в периоды производственных неполадок и аварий, когда требуется четкая и согласованная работа отдельных участков и подразделений.

Таким образом, перерывы в действии связи в производственных условиях недопустимы или крайне нежелательны. Между тем, любая аппаратура производственной связи обладает ограниченным запасом надежности, вследствие чего появляются отказы, вызывающие перерывы в действии связи. Для их предотвращения или устранения в допустимые сроки, а также для создания нормальных условий работы на промышленных предприятиях создаются службы эксплуатации средств производственной связи. Эти службы поддерживают на основе сочетания технического обслуживания и ремонтов номинальные параметры аппаратуры и безотказную работу системы связи на предприятии, а также устраняют возникающие повреждения в минимально короткие сроки. В том случае, когда средства производственной связи на предприятии обеспечивают нормальный ход технологических процессов и ритмичную деятельность участков, цехов, хозяйств, можно считать, что основная задача службы эксплуатации выполнена.

Служба эксплуатации средств производственной связи выполняет следующие задачи:

— качественную техническую эксплуатацию и ремонт всех средств связи, находящихся на ее балансе и обслуживании;

— контроль за полным и эффективным использованием средств и сооружений связи, соблюдением инструкций и правил пользования ими;

— развитие и совершенствование системы производственной связи на основе реализации единой технической политики, проводимой в отрасли по вопросам производственной связи;

— составление планов и графиков планово-предупредительных ремонтов;

— составление годовых и текущих заявок на получение оборудования, кабельной продукции, приборов, материалов;

— учет и паспортизацию имеющихся средств производственной связи;

— учет фактических сроков устранения возникающих повреждений и осуществление мероприятий, направленных на их снижение;

— составление годовых отчетов о работе устройств связи на предприятии с анализом деятельности службы эксплуатации;

— приемку объектов системы связи предприятия после законченных строительства и монтажа;

— разработку учебных планов по подготовке кадров, обслуживающих средства связи на предприятии;

— рассмотрение и внедрение рационализаторских предложений, направленных на повышение эффективности эксплуатации средств связи;

— изучение опыта работы других служб связи в нашей стране и за рубежом.

Для выполнения перечисленных задач служба связи обеспечивается соответствующим штатом, ремонтной базой, транспортом, механизмами и другими материалами и техническими ресурсами. Каждая служба действует в соответствии с утвержденным в установленном порядке положением.

12.2. СОДЕРЖАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАБОТ

Под *эксплуатацией* аппаратуры или изделия обычно понимается транспортировка, хранение, использование по назначению, техническое обслуживание и восстановление. Эффективность системы производственной связи во многом зависит не только от надежности аппаратуры, но и от качества работы обслуживающего персонала. Сохранение аппаратурой своих качеств при транспортировке и хранении определяется тем, насколько точно соблюдаются установленные заводом-изготовителем правила перевозки и консервирования. Эти правила указываются в техническом описании на каждый тип оборудования и должны быть хорошо известны обслуживающему персоналу.

Специфической особенностью производственной связи является то, что пользуются ею, как правило, не работники связи, а диспетчеры, операторы, рабочие, водители машин и механизмов и т. д. Работники, пользующиеся средствами связи, должны полностью усвоить правила обращения с коммутаторами, радиостанциями, усилителями и другой аппаратурой, уметь работать с ней и т. д. Персонал службы связи обязан инструктировать работников производства по вопросам обращения с техникой связи, контролировать работу устройств в сети, вести учет различного рода нарушений и сбоев. Основной объем эксплуатационных работ приходится на техническое обслуживание и восстановление отказавшей аппаратуры.

Техническое обслуживание — это работы, связанные с поддержанием аппаратуры в рабочем состоянии, направленные на создание благоприятных условий эксплуатации сооружений и оборудования связи, своевременное предупреждение появления неисправностей, выявление и устранение возникающих дефектов. Правильная организация технического обслуживания удлиняет сроки службы сооружений и оборудования связи, сохраняет высокое качество работы, а также способствует сокращению сроков и снижению стоимости ремонтов. Техническое обслуживание может быть разделено на текущее обслуживание и планово-предупредительное обслуживание.

Текущее обслуживание предполагает проверку работоспособности средств и сооружений связи, регулярный наружный осмотр, удаление пыли с внешних и внутренних поверхностей, контроль за соблюдением теплового режима аппаратуры, устранение мелких неисправностей, замену неисправных блоков исправными и т. д. Текущее обслуживание проводит дежурный эксплуатационный персонал.

В состав работ по *планово-предупредительному обслуживанию* входят осмотр и контроль технического состояния аппаратуры, чистка, смазка блоков и узлов, электрические проверки оборудования и отдельных узлов, а также устранение мелких неисправностей путем регулировки и настройки. Планово-предупредительные работы производятся по специально составленным для каждого оборудования планам и графикам.

Восстановление аппаратуры не всегда связано с ремонтом. Очень часто работоспособность аппаратуры восстанавливается регулировками и настройками, которые отнесены выше к техническому обслуживанию. Поэтому под восстановлением здесь подразумевается только ремонт. Ремонт оборудования и сооружений связи представляет собой технологический процесс, обеспечивающий поддержание или восстановление первоначальных эксплуатационных характеристик оборудования связи.

В соответствии с назначением, характером и объемом выполняемых работ ремонты производственного оборудования и сооружений связи подразделяются на текущий и капитальный.

Текущим ремонтом называется минимальный по объему вид планового ремонта, включающий предупредительные мероприятия и устранение отдельных неисправностей и дефектов в оборудовании и сооружениях, вызванных длительной эксплуатацией.

При текущем ремонте аппаратуры и оборудования частично заменяются изношенные детали, отдельные узлы и блоки. Допускается замена отдельных деталей, узлов, частей, требующих капитального ремонта, новыми или заранее отремонтированными. Текущий ремонт производится по плану и охватывает весь объем оборудования и сооружений связи на предприятии. Текущий ремонт осуществляется как в эксплуатационных условиях с временной заменой ремонтируемого оборудования, так и в условиях эксплуатации.

Затраты на текущий ремонт определяются сметой затрат на содержание службы связи предприятия. Работы по текущему ремонту станционного оборудования выполняются ремонтно-регулировочными бригадами и работниками постоянного эксплуатационного персонала. Работы по текущему ремонту линейных и антенно-мачтовых сооружений выполняются ремонтными бригадами и, кроме того, сезонными рабочими.

Межремонтным периодом называется срок службы оборудования или сооружений (в календарных месяцах, сутках) от начала эксплуатации до первого текущего ремонта или между двумя очередными текущими ремонтами. В отличие от межремонтного периода *межремонтным циклом* называется срок службы оборудования или сооружений (в годах) от начала эксплуатации до первого капитального ремонта или между двумя очередными капитальными ремонтами.

Капитальным ремонтом называется наибольший по объему вид планового ремонта, при котором оборудование полностью разбирается, все изношенные детали и узлы частей и конструкций заменяются новыми и прочными или более совершенными и экономичными. Капитальный ремонт производится периодически в зависимости от межремонтного цикла и от технического состояния оборудования и планируется в каждом отдельном случае на основе данных технических осмотров и составленных на этой основе ведомостей дефектов.

В ходе капитального ремонта производственное оборудование связи модернизируется, если целесообразность модернизации обоснована технически и экономически. Под модернизацией понимается частичное усовершенствование отдельных частей или деталей производственного оборудования связи, внедрение элементов автоматизации.

Капитальный ремонт и модернизация производятся по отдельным проектам и сметам или нормативам, составленным в соответствии с ведомостями дефектов, за исключением оборудования, ремонт которого выполняется в мастерских по прейскурантным ценам. Капитальный ремонт оборудования связи и модернизация могут выполняться хозяйственным или подрядным способом. Все работы финансируются за счет амортизационных отчислений, предназначенных на капитальный ремонт. Амортизационные отчисления, предназначенные на капитальный ремонт, могут расходоваться также на приобретение деталей и узлов для выполнения капитального ремонта на модернизацию основных фондов, а также для замены изношенных деталей и узлов. Кроме того, «Положением о социалистическом государственном производственном предприятии» (п.13) предприятиям предоставлено право взамен капитального ремонта приобретать новое оборудование за счет амортизационных отчислений, предназначенных на капитальный ремонт.

При капитальном ремонте одновременно выполняются все работы, относящиеся к текущему ремонту. Дата проведения капитального ремонта и модернизация с перечислением выполняемых при этом работ отмечается в технических паспортах оборудования; здесь же отмечаются и важнейшие изменения технических характеристик средств и сооружений связи.

12.3. МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Как было указано в предыдущем разделе, текущее обслуживание состоит из совокупности работ по контролю исправности, проверке исправности и замене элементов и устройств. Порядок выполнения тех или иных операций, связанных с эксплуатацией средств производственной связи, будет называть *стратегией обслуживания.* Тогда можно сказать, что существуют две основные стратегии контроля исправности — непрерывная и периодическая.

При непрерывной стратегии контроля в рассматриваемую систему включаются специальные автоматические контрольные и проверочные устройства, предназначенные для обнаружения и индикации отказов. Использование этих систем сокращает трудозатраты на текущее содержание, но требует определенных первоначальных вложений. Периодическая (дискретная) стратегия контроля не требует затрат на эти устройства, но при этом отказы системы, появившиеся в отрезок времени между соседними проверками, будут оставаться некоторое время неустраненными.

Оптимальная стратегия контроля выбирается в результате соответствующего анализа величин затрат (здесь обычно преимущество имеет дискретная стратегия контроля) и коэффициента, характеризующего исправность аппаратуры (при непрерывной стратегии, как правило, этот коэффициент больше).

Проверка исправности аппаратуры (устройств, элемента) производится путем проведения комплекса специальных работ (измерений, контрольных испытаний и т. д.). При проведении этой проверки аппаратура отключается от системы, в составе которой она функционирует в обычное время. Следовательно, чем чаще осуществляется проверка, тем больше времени контролируемая система простаивает. С другой стороны, чем реже проверки, тем меньше информации у обслуживающего персокала о работоспособности данной аппаратуры, тем выше вероятность появления ее отказов и простоя в процессе ремонтирования. Поэтому имеется определенная оптимальная периодичность проверок, которая и определяет их стратегию.

Замена элементов и устройств должна производиться в оптимальные сроки. Если замены производить часто, то не будет использована долговечность устройств и элементов. Вследствие этого возрастут затраты на запасные части, полуфабрикаты, увеличатся общие эксплуатационные расходы. Кроме того, при частых заменах возрастают простои оборудования из-за приработочных отказов. При редких заменах увеличатся простои оборудования в результате действия износовых отказов, хотя запасных изделий в этом случае потребуется значительно меньше.

Как указывалось выше, для большинства систем, устройств и элементов в период нормальной работы сохраняется постоянная интенсивность отказов и предупредительная замена в этот период не оправдывает себя, так как вероятность отказа в будущем не меняется от того, заменят элемент новым или нет. Затраты при такой замене возрастают, так как замененный элемент не обеспечит требуемой долговечности работы, а коэффициент готовности уменьшается вследствие приработочных отказов. Следовательно, все замены должны производиться только в период износа и задача состоит в том, чтобы определить, при какой степени износа эти замены должны осуществляться.

На практике используются, в основном, три простейших стратегии замен:

1) замены производятся только при появлении отказов;

2) замены осуществляются в определенные, заранее установленные сроки, не зависящие от возраста используемых элементов (например, замена каких-либо деталей через каждый год);

3) замены производятся тогда, когда продолжительность работы какого-либо элемента достигнет установленной величины (например, замены лампы, проработавшей определенное количество часов).

Указанные стратегии могут сравниваться по средней стоимости замены в единицу времени. Используются и некоторые другие стратегии замен, а также и другие показатели для их сравнения. При рассмотрении стратегий планово-предупредительного обслуживания учитывается либо срок службы определенных элементов системы, либо требование по обеспечению качества функционирования эксплуатируемой системы. Если определяющим является срок службы тех или иных элементов системы, то планово-предупредительное обслуживание проводится по плану, устанавливающему сроки замены некоторых критических элементов после того, как они проработали заданное время. Составить такой план очень просто, если известны перечень критических элементов, допустимая продолжительность их работы и отработанное время после последней замены (если элемент уже использовался) или с начала эксплуатации (если элемент новый).

Если требуется высоконадежная работа технических средств, планово-предупредительные работы предусматриваются с опережением сроков службы критических элементов. Выбор оптимальной стратегии планово-предупредительного обслуживания сводится, в основном, к выбору времени замены еще исправных элементов. Результатом этого выбора является тот или иной календарный график планово-предупредительного обслуживания.

Существует большое количество различных стратегий ремонтного обслуживания систем. Например, ремонт может начинаться сразу же после выхода устройства (элемента) из строя или, наоборот, только после того, как накопится определенное количество отказавших образцов аппаратуры. Ремонтирование может осуществляться несколькими бригадами, специализирующимися либо на определенных видах работ, либо на определенных типах аппаратуры. Среди рабочих в составе ремонтных бригад может проводиться специализация. Наконец, ремонт бывает либо централизованный (в центральных мастерских специально выделенным для этого ремонтным персоналом), либо децентрализованный (на месте работы аппаратуры). Может оказаться эффективным и комбинированный вариант, при котором часть аппаратуры ремонтируется централизованно, а часть — децентрализованно. В ходе ремонта вышедшее из строя оборудование либо заменяется новым из централизованного ремонтного фонда, имеющегося в службе связи предприятия, либо не заменяется, и тогда в течение всего периода восстановления утраченных аппаратурой свойств связь не действует (простаивает).

Практика последних лет выявила преимущества централизованного ремонта аппаратуры при наличии резерва сменного оборудования в распоряжении диспетчера службы связи. При централизованном ремонте повышается производительность труда.

12.4. ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАБОТ

Затраты, необходимые для поддержания системы производственной связи в работоспособном состоянии, производятся в течение всего времени существования этой системы. Эти затраты, получившие название *эксплуатационных расходов*, являются выраженной в денежной форме себестоимостью продукции, создаваемой системой производственной связи. Поэтому крайне необходимо обеспечить минимально возможную величину эксплуатации расходов.

Эксплуатационные расходы состоят из отдельных элементов, к которым относятся:

— заработная плата производственных работников основной деятельности;

Таблица 12.1

Наименование обслуживаемых средств и сооружений	Единица измерения	Норматив, ч/мес., на единицу измерения
Диспетчерские коммутаторы	Монтированный номер	0,1—0,17
Радиостанция стационарная мощностью, Вт:	Станция	
До 20		5—11
» 100		10—20
» 500		10—40
Радиостанция переносная или передвижная мощностью, Вт:	То же	
До 20		10—30
» 100		30
Промышленная телевизионная установка	Установка	45
Установка громкоговорящей связи мощностью, Вт:	То же	
До 50		4—7
» 100		7
» 500		15
Свыше 500		15—20
Громкоговорители, установленные внутри помещения	Громкоговоритель	0,5—0,9
То же, в производственных цехах и на открытом воздухе мощностью, Вт:	То же	
10		0,5—2,7
Свыше 10		0,5—4,0
Охранная сигнализация	Пункт	0,5—1,0
Пожарная сигнализация	Пост	0,4—0,7
Электрическая установка	Вторичные электрочасы	0,4—1,0
Электрозаписывающая аппаратура	Комплект	4,8—14
Абонентские установки при кабельных вводах с аппаратами:	Абонентская точка	
ЦБ РТС		0,02—0,55
АТС		0,02—0,64
Абонентские установки при воздушных вводах с аппаратами:	То же	
РТС		0,02—0,35
АТС		0,02—1,3
МБ		0,02—0,6
Кабельная линия внутриобъектной связи — подземная	1 км-пара	0,08—0,12
Кабельная канализация	1 кан.-км	4,35
Кабельная линия внешней связи	1 км-пара	0,17
Распорядительная станция диспетчерской связи	1 станция	22
Промежуточный пункт	1 пункт	0,7—1,17
Телефонная симплексная трансляция	1 трансляция	11—12

— отчисления на социальное страхование;

— затраты на материалы и запасные части;

— расходы на оплату электроэнергии для производственных нужд;

— амортизационные отчисления;

— прочие производственные и транспортные расходы;

— общие расходы на управление и обслуживание производства.

Заработная плата рассчитывается исходя из численности производственных работников и ставок заработной платы, утвержденных соответствующими ведомостями. Численность производственных работников определяется исходя из количества средств производственной связи и нормативов на их обслуживание. В табл. 12.1 приводятся данные о нормативах обслуживания средств производственной связи, принятых для различных министерств. Пределы изменения нормативов определяются условиями работы аппаратуры.

При установлении общего фонда заработной платы к сумме основной зарплаты делаются начисления на оплату замещения отпускников и на выплату премий. Процент этих начислений устанавливается соответствующими ведомствами и обычно составляет: до 6% — на оплату замещения отпускников; до 15% — на выплату премий. На общую сумму заработной платы производственных работников начисляются 5,3—7,5% на социальное страхование.

Таблица 12.2

Наименование устройства	Единица измерения	Стоимость, руб. в год
Воздушные линии связи	1 км	31,0
Центральные телефонные станции:	1000 номеров	332,4
ручные		
автоматические		418,0
Воздушные и кабельные сети местной телефонной связи	100 телефонных аппаратов	226,0
Абонентские пункты	То же	52,0
Аппаратура дальней телефонной связи и линейно-аппаратных залов	1 стойка	67,0
Аппаратура избирательной телефонной связи	100 км	41,0
Радиостанции	1 станция	10,0
Радиоприемники	1 приемник	0,5
Трансляционные узлы и сети	100 трансляционных точек	9,0
Радиорелейная аппаратура (без радиоламп)	1 комплект аппаратуры одного ствола	43,0
Стационарные аккумуляторы 1)	1 аккумулятор типа СК-1	0,1
Стартстопные телеграфные аппараты всех систем	1 аппарат	2,0

---

1) При емкости большей, чем 36 А · ч, стоимость материалов увеличивается пропорционально номеру аккумуляторной батареи.

Затраты на материалы и запасные части так же, как и затраты на заработную плату, в настоящее время определяются действующими нормативами. Для укрупненных расчетов затраты на материалы и запасные части принимаются в размере 1% стоимости станционных и 0,5% стоимости линейных сооружений.

В табл. 12.2 приводятся данные о стоимости материалов на текущее содержание устройств производственной связи, принятые в системе железнодорожного транспорта. В аппаратуре ВЧ систем передачи, радиорелейной связи и другой, где основные расходы падают на электронные приборы, их стоимость принимается равной 80% от всех расходов на материалы и запасные части.

Стоимость производственной электроэнергии определяется, исходя из потребляемой аппаратурой электроэнергии, времени работы аппаратуры и стоимости 1 кВт·ч местной электроэнергии. Годовые затраты на оплаты электроэнергии $Э_{об}$, руб, определяются по формуле

$$Э_{об} = \frac{\sum\limits_{i=1}^{n} P_i t_i}{1000к} \cdot 365\rho, \tag{12.1}$$

где P_i — мощность потребляемая i-м прибором или i-й системой, В; t_i — время работы в сутки i-го прибора или системы; n — количество приборов или систем; $к$ — коэффициент полезного действия выпрямителей; ρ — стоимость 1 кВт·ч местной электроэнергии, руб.

Коэффициент полезного действия выпрямителей, как правило, находится в пределах 0,6—0,75. Стоимость 1 кВт·ч местной электроэнергии колеблется от 0,0071 руб. (Армянэнерго) до 0,056 руб. (Латвэнерго).

Годовые затраты (в руб.) на оплату электроэнергии на телефонных станциях могут быть подсчитаны по формуле

$$Э_{ТС} = \frac{I_{ЧНН} \cdot U}{к_{ЧНН}} \cdot \frac{365\rho}{1000}, \tag{12.2}$$

где $I_{ЧНН}$ — величина тока, потребляемого станцией в час наибольшей нагрузки, А; U — напряжение батареи, В; $к_{ЧНН}$ — коэффициент концентрации нагрузки. Как правило, в ЧНН на телефонной станции ток равен примерно 5 А на каждые 100 номеров емкости. Напряжение батареи $U = 60$ В, $к_{ЧНН} = 0{,}1 \div 0{,}15$.

На основе опытных данных установлены средние сроки службы по каждому из видов сооружений и устройств производственной связи. Эти сооружения и устройства, являющиеся основными средствами, находящимися на балансе и обслуживании служб связи промышленных предприятий и строек, в процессе работы утрачивают свою первоначальную стоимость, что учитывается соответствующими отчислениями в эксплуатационных расходах, которые получили название *амортизационных отчислений*. Эти отчисления поступают в амортизационный фонд, предназначенный

Таблица 12.3

Наименование оборудования и сооружений	Норма амортизационных отчислений, %		
	общая	в том числе	
		на полное восстановление	на капитальный ремонт
1	2	3	4
Телефонная канализация	3,0	2,0	1,0
Антенны УКВ передатчиков	6,9	4,2	2,7
Антенны радиорелейных линий	6,4	5,0	1,4
Радиомачты стальные	3,4	2,0	1,4
Кабельные с металлической оболочкой линии связи, прокладываемые:			
— в грунте	3,9	2,5	1,4
— в канализации	3,2	2,0	1,2
— на опорах и по стенам зданий	7,0	4,8	2,2
Кабельные с пластмассовой оболочкой линии связи, прокладываемые			
— в грунте	8,6	5,6	3,0
— в канализации	7,7	5,0	2,7
— на опорах и по стенам зданий	10,6	6,7	3,9
Кабельные линии радиофикации сельской связи	9,6	5,6	4,0
Воздушные линии связи [1]	9,0	4,0	5,0
Выпрямители	8,6	5,0	3,6
Аккумуляторы стационарные:			
— кислотные	9,1	5,9	3,2
— щелочные	12,5	12,5	—
Аккумуляторы кислотные переносные	33,3	33,3	—
Вводное, вводно-испытательное и вводно-коммутационное оборудование	6,5	4,0	2,5
Аппаратура систем передачи и усиления:			
— междугородной связи	5,7	4,2	1,5
— городской и сельской связи	6,2	3,9	2,3
Коммутаторное, стативное и прочее оборудование междугородных станций ручного обслуживания	7,4	4,7	2,7
Аппаратура радиорелейной связи	9,6	7,7	1,9
Оборудование городских АТС:			
— декадно-шаговой системы	5,5	3,0	2,5
— координатной системы	4,8	2,5	2,3
Оборудование сельских и учрежденческих АТС декадно-шаговой системы:			
— средней емкости	6,3	3,3	3,0
— малой емкости	13,1	10,0	3,1

Продолжение

1	2	3	4
Коммутаторное, стативное и прочее оборудование учрежденческих телефонных станций ручного обслуживания	8,5	5,0	3,5
Телефонные аппараты	10,0	10,0	—
Телеграфные и факсимильные аппараты	10,2	7,0	3,2
Телеграфное коммутационное оборудование	5,4	3,3	2,1
Радиостанции мощностью менее 0,1 кВт [2]	6,5	5,0	1,5
Оборудование радиофикации	10,8	7,8	3,0
Распорядительные станции избирательной связи	7,0	5,0	2,0
Аппаратура промежуточных пунктов избирательной связи	11,2	18,3	2,9
Микрофоны студийные	19,7	12,5	7,2
Приемники телевизионные и видеоконтрольные устройства	14,0	12,5	1,5
Радиоприемники всеволновые	10,0	10,0	—
Контрольно-измерительная аппаратура связи:			
— стационарная	8,5	6,7	1,8
— переносная	14,2	12,5	1,7

---

¹) В зонах интенсивного выделения заводских газов и сильного гололеда применяется поправочный коэффициент 1,3.

²) Для передвижных радиостанций применяется поправочный коэффициент 1,4.

для возобновления полностью износившихся основных средств за время их службы. Одна часть этого фонда направляется на финансирование капитальных вложений по возобновлению основных средств, а другая — на частичное возмещение износа этих средств в виде периодических затрат на плановые капитальные ремонты. Сумма амортизационного фонда зависит от первоначальной стоимости основных средств и нормы амортизационных отчислений, устанавливаемой в размере, соответствующем износу этих средств. Нормы амортизационных отчислений (в процентах), принятые на промышленных предприятиях, приведены в табл. 12.3.

К *прочим производственным и транспортным расходам* относятся: плата за пользование соединительными линиями и телефонными аппаратами, имеющими выход на телефонные станции Министерства связи, расходы на регистрацию радиостанций, арендная плата за телефонную канализацию, услуги, оплачиваемые по счетам других организаций. Обычно прочие производственные и транспортные расходы не превышают 7% расчетного фонда заработной платы.

Общие расходы по управлению и обслуживанию производства, включающие в себя затраты вспомогательного характера, которые непосредственно не относятся к текущему содержанию и эксплуатации устройств производственной связи, необходимы для поддержания общей производственной деятельности службы связи, а именно для содержания административно-управленческого штата, младшего обслуживающего персонала (МОП), автотранспорта, для обслуживания помещений, приобретения инвентаря и т. д. Эти виды расходов составляют примерно 10% всех основных эксплуатационных расходов (зарплата, материалы и запчасти, электроэнергия, амортизационные отчисления и прочие расходы).

12.5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СВЯЗИ

Поскольку технические средства связи являются восстанавливаемыми элементами, система обслуживания этих средств характеризуется двумя критериями — коэффициентом готовности и коэффициентом простоя.

В наиболее простой форме коэффициент готовности $\kappa_г$ определяется как отношение суммарного времени исправной работы аппаратуры или системы к общему времени исправной работы T_0 и восстановления $T_в$:

$$\kappa_г = T_0/(T_0 + T_в). \qquad (12.3)$$

Коэффициент простоя $\kappa_п$ определяется как отношение времени простоев к общему времени исправной работы и вынужденных простоев за один и тот же период эксплуатации:

$$\kappa_п = T_п/(T_п + T_0), \qquad (12.4)$$

где $T_п$ — среднее время вынужденных простоев.

Под вынужденными простоями в данном случае понимаются простои, вызванные отказом и техническим обслуживанием аппаратуры. Коэффициент простоя позволяет количественно оценить в комплексе надежность и восстанавливаемость аппаратуры. Экономическая оценка эксплуатационных свойств может быть произведена коэффициентом стоимости эксплуатации $\kappa_с$, который определяется как отношение годовой стоимости эксплуатации C_1 к общей стоимости аппаратуры $C_А$: $\kappa_с = C_1/C_А$. Желательно, чтобы коэффициент $\kappa_с$ не превышал величины 0,1—0,2.

На практике используются и некоторые другие показатели:

— коэффициент загрузки службы связи $\kappa_{сс}$, который характеризует число условных технических единиц Q, приходящихся на одного работающего службы связи, и может быть определен по формуле $\kappa_{сс} = Q/R_с$, где $R_с$ — число работников службы связи;

— коэффициент бесперебойности связи $\kappa_б$, который характеризует число повреждений Φ_t за рассматриваемый период времени (месяц, год) на 100 условных технических единиц Q, вычисленных по любой системе исчисления: $\kappa_б = \Phi_t/Q$;

— степень использования основных средств $\kappa_м$, характеризуемая долей балансовой стоимости оборудования службы связи, приходящейся на одну техническую единицу: $к_{м}=M/Q$, где M — полная балансовая стоимость оборудования службы связи;

— оснащенность предприятия средствами связи $к_{д}$, характеризуемая количеством условных технических единиц, приходящихся на одного работающего на предприятии: $к_{д}=Q/R_{п}$, где $R_{п}$ — численность трудящихся на предприятии, чел.;

— себестоимость одной технической единицы, характеризуемая отношением годовых эксплуатационных затрат службы связи к числу условных технических единиц: $к_{э}=Э/Q$, где $Э$ — годовые эксплуатационные затраты службы связи, руб.

Таблица 12.4

Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателей по средним данным за 5 лет
Общее количество условных технических единиц оборудования и линейно-кабельных сооружений, находящихся в эксплуатации (по системе исчисления в табл. 12.5), Q	тыс. ед.	34,9
Среднегодовые эксплуатационные затраты цеха технологической диспетчеризации, $Э$	тыс. руб.	890,9
Стоимость одной технической единицы, $к_{э}$	руб./ед.	25,8
Коэффициент бесперебойности связи, $к_{б}$	повреждений на 100 ед. в мес.	0,04
Среднегодовая численность работников цеха, $R_{с}$	чел.	208
Коэффициент загрузки цеха, $к_{сс}$	ед./чел.	167
Степень использования основных средств, $к_{м}$	руб./ед.	158
Количество условных технологических единиц, приходящихся на каждого работающего на предприятии, $к_{д}$	ед./чел.	0,65[1]
Количество условных технических единиц, приходящихся на 1 млн. т проката	ед./млн. т	4417[1]
Среднее время устранения повреждений, $T_{в}$	мин	64[1]
Среднегодовой экономический эффект от использования системы связи на комбинате	тыс. руб.	10,3[1]

[1] По данным на один год.

В коэффициенты $к_{б}$, $к_{сс}$, $к_{м}$, $к_{д}$, $к_{э}$ входит величина — количество условных технических единиц. Принципиально безразлично, в какой системе исчисления подсчитываются эти единицы. Важно лишь то, что при подсчете разных коэффициентов использовалась одна и та же система исчисления этих единиц. В качестве примера в табл. 12.4 приводятся некоторые технико-экономические показатели цеха технологической диспетчеризации одного из металлургических комбинатов по средним данным за 5 лет (1968—1972 гг.).

12.6. ИСЧИСЛЕНИЕ ОБЩЕГО КОЛИЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАЕМЫХ СРЕДСТВ СВЯЗИ

Для решения целого ряда задач организации эксплуатации средств производственной связи необходимо оценивать общее количество этих средств, находящихся в ведении службы связи промышленного предприятия, строительного объединения. Трудность заключается в том, что в составе систем производственной связи используются средства, различающиеся техническими и экономическими характеристиками. Исчисление количества средств по их балансовой стоимости не отражает особенности их эксплуатации. Так, например, эксплуатация телефонного аппарата стоимостью 49 руб. в шахте может оказаться более трудоемкой, чем текущий ремонт диспетчерского коммутатора, стоимость которого более 1000 руб. Также нельзя оценивать объем средств и по физическим единицам, поскольку обслуживание телефонного аппарата не эквивалентно обслуживанию радиостанции, а телефонный аппарат, установленный на железорудном карьере, ни в коей мере не эквивалентен такому же аппарату, установленному в карьероуправлении.

Необходимость исчисления общего количества средств связи привела к тому, что в некоторых отраслях народного хозяйства сложились системы так называемых условных единиц, которые позволяют укрупненно определять количество средств, имеющихся на том или другом промышленном предприятии, сравнивать показатели деятельности служб связи отдельных предприятий между собой, знать, что особенно важно, оснащенность управленческого и производственного персонала средствами связи. При использовании системы условных единиц это количество может быть определено по формуле

$$Q = \sum_{i=1}^{r} k_i n_i, \qquad (12.5)$$

где Q — общее количество средств связи, находящихся на обслуживании цеха связи промышленных предприятий и выраженное в условных единицах; k_i — условная техническая единица данного вида оборудования; r — количество видов оборудования на предприятии; n_i — количество единиц данного вида оборудования.

Точность расчета по приведенной формуле целиком определяется величиной k_i, так как количество видов оборудования на предприятии и количество единиц оборудования по каждому виду известно. Отдельные системы подсчета объема средств производственной связи отличаются между собой именно значениями этих коэффициентов, выбранных на основе опыта эксплуатации систем производственной связи. Кроме того, отдельные системы исчисления отличаются между собой глубиной детализации оборудования — в одних системах, например, АТС рассматривается в совокупности с источниками питания, линейными и абонентскими уст-

Таблица 12.5

Наименование оборудования и сооружений	Единица измерения	Количество условных технических единиц на единицу измерения
Телефонный аппарат:	Шт.	
— общезаводской связи		1
— диспетчерской связи		2
— железнодорожной связи		2,5
Микрофонная трубка с клапаном	»	0,5
Громкоговоритель мощностью, Вт:	»	
100		10
50		5
10		2
до 5		0,25
Аппарат производственной громкоговорящей связи типа:		
ВЧЭ	Комплект	3
ПГС-1К	»	5
Радиостанция	Станция	20
Радиорелейная линия	Комплект	25
Передающая телевизионная камера	Шт.	25
Видеоприемное устройство	»	25
Телеграфный аппарат	»	25
Извещатель тревожной сигнализации	»	1
Первичные электрочасы	»	4
Вторичные электрочасы с диаметром циферблата:		
до 60 см	»	0,75
свыше 60 см	»	2
Магнитофоны и диктофоны	»	10
Радиоприемник	»	1
Промежуточный пункт избирательной связи	Пункт	5
Линия прямой связи	Линия	1
Канал ВЧ телефонной связи или телеуправления и телесигнализации	Канал	5
Канал телеизмерения	»	20
Сирена мощная	Шт.	3

ройствами, в других — все элементы сетей производственной связи подсчитываются отдельно.

Широкое распространение нашла система условных единиц, используемая на предприятиях черной металлургии, горнорудной и ряда других отраслей промышленности (табл. 12.5). Преимуществами этой системы являются:

1) детализация оборудования производственной связи;

2) установление взаимосоответствия между отдельными видами оборудования на основе обобщения многолетнего опыта эксплуатации средств производственной связи в самых разнообразных внешних (климатических и производственных) условиях и с уче-

том того, что указанное обобщение произведено по весьма значительному количеству средств (т. е. объем выборки большой);

3) стимулирование увеличения числа абонентских устройств, так как в этой системе станционные устройства различных сетей связи не учитываются;

4) возможность определения оснащенности управленческого и производственного персонала средствами связи.

Система условных единиц, приведенная в табл. 12.5, не является узаконенной в общегосударственном масштабе и может рассматриваться как частный случай условного подсчета объема средств связи в цехах, не являющихся самостоятельными предприятиями связи. В табл. 12.6 приводится система исчисления условных единиц, принятая в различных отраслях народного хозяйства и основанная (в отличие от системы предприятий черной металлургии) на учете не абонентских, а станционных и линейных устройств. Поэтому при пользовании системой исчисления, приведенной в табл. 12.6, телефонные аппараты, электрочасы, радиоточки, оконечные кабельные устройства, источники питания, зарядные агрегаты, измерительная аппаратура, селекторные аппараты, антенные сооружения и другие подобные устройства самостоятельно не учитываются, так как они предусмотрены в условных единицах по соответствующим основным установкам.

Системы исчисления, приведенные в табл. 12.5 и 12.6, имеют принципиальные различия. Система исчисления, приведенная в табл. 12.5, учитывает только задействованные абонентские устройства, исходя из того, что все остальные средства и сооружения (станционные, линейно-кабельные) не отражают оснащения управленческого и производственного персонала средствами связи. Система исчисления, приведенная в табл. 12.6, более детализированно дает технический состав системы, независимо от задействованной абонентской емкости. Эта система узаконена Постановлением Государственного комитета Совета Министров СССР по вопросам труда и заработной платы и Секретариата ВЦСПС.

Рядом преимуществ обладает так называемая *информационная система* исчисления, сущность которой состоит в следующем.

Как указывалось выше, показателями, характеризующими обслуживаемую систему, являются коэффициент готовности, представляющий собой вероятность того, что восстанавливаемое устройство будет работоспособно в любой, произвольно выбранный момент времени, и коэффициент простоя, представляющий собой вероятность того, что восстанавливаемое устройство будет неработоспособно в любой, произвольно выбранный момент времени. При экспоненциальном законе распределения времени между отказами (соответствующем пуассоновскому закону поступления отказов) и экспоненциальном законе распределения времени восстановления в установившемся режиме указанные коэффициенты равны:

$$\kappa_{\text{г}} = \frac{T_0}{T_0 + T_{\text{в}}} = \frac{\nu}{\lambda + \nu}; \quad \kappa_{\text{п}} = \frac{T_{\text{в}}}{T_{\text{в}} + T_0} = \frac{\lambda}{\lambda + \nu}, \qquad (12.6)$$

где $\lambda = 1/T_0$ — интенсивность отказов; $\nu = 1/T_в$ — интенсивность восстановления (ремонта).

Таблица 12.6

Наименование оборудования и сооружений	Единица измерения	Количество условных технических единиц на единицу измерения
Междугородные телефонно-телеграфные воздушные линии связи	км	1
Воздушные линии местной (производственной) связи	»	0,8
Кабели дальней связи магистральные всех систем	»	1
Кабели магистральные и распределительные местной (производственной) связи в 50-парном исчислении	»	2
Оконечные каналы телефонные, образованные оконечной аппаратурой уплотнения	Канал	2
Промежуточные каналы связи, включая ВЧ транзит	»	0,4
Телеграфные каналы всех видов	»	1
Радиорелейные станции	Станция	25
Радиостанция УКВ мощностью, Вт:		
100 и выше	То же	8
до 100	»	1,6
Приемная радиостанция	»	5
Приемо-передающая радиостанция мощностью, Вт:		
до 250	»	10
свыше 250	»	15
Радиотрансляционный узел мощностью, Вт:		
100	Узел	5
100—500	»	10
свыше 500	»	15
Промышленные телевизионные установки	Комплект	20
Ручные телефонные станции местной связи всех систем	Задействованный номер	0,2
Автоматические телефонные станции	То же	0,25
Телефонные коммутаторы диспетчерские и директорские	Коммутатор	5
Селекторные станции	Станция	3
Телеграфная и фототелеграфная аппаратура всех систем, телеграфные абонентские установки	Аппарат (установка)	3

В установившемся режиме коэффициент готовности равен нулю, когда интенсивность ремонта $\nu = 0$. Это означает, что среднее время ремонта равно бесконечности, т. е. устройство вышло из строя, не ремонтируется или не может быть отремонтировано. Верхним пределом коэффициента готовности является значение $\kappa_г = 1$. Это значение имеет место при $\lambda = 0$, т. е. в том случае, когда отказов нет или наработка на отказ стремится к бесконечности. Устройство абсолютно работоспособно. Интенсивность ремонтов при этом может иметь любую конечную величину $\nu > 0$.

Коэффициент простоя равен нулю в том и только в том случае, когда $\lambda = 0$ и, следовательно, отказов нет. Другими словами, когда $\kappa_\text{г} = 1$, $\kappa_\text{п} = 0$.

Из изложенного следует, что коэффициенты готовности и простоя действительно исчерпывающе характеризуют эксплуатационные показатели любого устройства, так как определяют соотношение между отказами и ремонтами. Установление этого соотношения и является существом эксплуатационной деятельности.

Нетрудно видеть, что $\kappa_\text{г} + \kappa_\text{п} = 1$. Когда коэффициент готовности равен единице, эксплуатация наиболее эффективна — аппаратура всегда работоспособна (цель службы связи достигнута) за счет того, что интенсивность ремонтов такова, что предупреждает появление отказов. Когда коэффициент готовности равен нулю, деятельность службы связи абсолютно неэффективна. Таким образом, чем выше (ближе к единице) коэффициент готовности, тем выше эффективность эксплуатационной службы. Соответственно этому: чем ниже (ближе к нулю) коэффициент простоя, тем выше эффективность этой службы. Поэтому естественно количественную оценку объемов эксплуатационных работ связать с величинами коэффициентов готовности и простоя средств связи, находящихся на обслуживании эксплуатационной службы.

Для средств производственной связи самая большая величина отношения λ/ν составляет 0,05, а самая малая величина отношения ν/λ не меньше 20. Поэтому с точностью не более 5% можно принять $(\lambda/\nu) \ll 1$ и $(\nu/\lambda) \gg 1$. Коэффициенты готовности и простоя:

$$\kappa_\text{г} = \frac{\nu}{\lambda + \nu} = \frac{1}{\lambda/\nu + 1} \approx 1, \quad \kappa_\text{п} = \frac{\lambda}{\lambda + \nu} = \frac{1}{1 + \nu/\lambda} \approx \frac{\lambda}{\nu}.$$

Следовательно, при использовании в качестве критерия коэффициента готовности весьма трудно отделить одни средства производственной связи от других. Поэтому для оценки качества эксплуатации этих средств удобнее пользоваться величиной $\kappa_\text{п}$, которая имеет достаточно широкий диапазон изменения (от $0{,}6 \times 10^{-6}$ — телефонные аппараты до 0,05 — установки промышленного телевидения). Такое отношение между величинами коэффициентов готовности и простоя объясняется высокой надежностью средств производственной связи, что обеспечивает ее высокую работоспособность ($\kappa_\text{г}$ поэтому асимптотически стремится к единице). Однако указанная аппаратура является достаточно сложной, вследствие чего время ремонта относительно велико (интенсивность ремонта мала). Это предопределяет конечную (отличную от нуля) величину коэффициента $\kappa_\text{п}$.

Можно предположить, что то средство связи должно иметь больше условных единиц, которое чаще привлекает к себе внимание (простаивает). Иными словами, средство связи, у которого величина коэффициента простоя больше, должно иметь больше условных единиц. Для образования шкалы оценок необходимо установить точку отсчета. Например, в системе условных единиц, принятых на предприятиях черной металлургии, за единицу измерения принят телефонный аппарат. Удобнее в качестве точки начала отсчета принять не единицу, а нуль. Это означает, что средство связи, имеющее нуль условных единиц, не увеличивает объема работ службы эксплуатации средств связи. Так как все средства связи требуют обслуживания и увеличивают объем работ службы связи, все условные единицы должны быть положительными. Поэтому за нулевой уровень должна быть принята величина, меньшая минимального значения коэффициента $\kappa_{\text{п}}$, которое может встретиться на практике. Примем, что техническое средство с величиной $\kappa_{\text{п}}=\lambda/\nu_0=10^{-7}$ имеет нуль условных единиц. Тогда отсчет числа условных единиц может производиться по формуле

$$\kappa=\ln\frac{\kappa_{\text{п}}}{10^{-7}}\approx\ln\frac{\lambda}{\nu}\cdot10^{-7}. \qquad (12.7)$$

Физический смысл такой системы исчисления условных единиц весьма прост: она представляет собой информацию, которую мы имеем относительно неисправности данного технического средства по сравнению с эталонным техническим средством.

Информационная система исчисления позволяет установить количество условных единиц не только для каждого типа оборудования, но и для каждого отдельного образца оборудования. Для этого в ф-лу (12.7) необходимо подставить интенсивности отказов и ремонтов, относящиеся непосредственно к данному средству связи. Указанные интенсивности могут быть определены либо по данным долговременных наблюдений за работоспособностью и ремонтами каждого средства связи, либо усредненно, исходя из времени работы средства данного типа и заданных условий.

Разница между количественными оценками средств связи по различным системам их исчислений состоит не только в изменении масштаба исчисления, но и в нарушении некоторых качественных соотношений. В информационной системе исчисления количественная оценка того или иного средства связи может изменяться во времени. Эта оценка может уменьшаться:

а) при уменьшении среднего времени ремонта (при повышении квалификации обслуживающего персонала, оборудовании ремонтных мест высокопроизводительными инструментами и приборами и т. д.);

б) при увеличении наработки на отказ (уменьшении интенсивности отказов за счет правильной организации профилактики, своевременных замен и т. д.).

В других системах исчисления условных единиц оценки являются постоянными во времени.

12.7. ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ РЕМОНТЫ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ. УЧЕТ И ПАСПОРТИЗАЦИЯ

Важной стороной деятельности цехов связи и цехов технологической диспетчеризации являются планово-предупредительные ремонты, поскольку они позволяют своевременно предупредить возможные повреждения и увеличить надежность и качество связи. Планово-предупредительные ремонты проводятся по годовым, квартальным и месячным графикам, составляемым на основании анализа количества и характера отказов и повреждений за предыдущий период эксплуатации. Анализ проводится по методу теории надежности и находит все большее распространение на промышленных предприятиях.

Полученные данные, характеризующие надежность аппаратуры связи (вероятность отказа и др.), для каждого конкретного предприятия позволяют учесть особенности установленного оборудования и условия его эксплуатации, а также составить оптимальную периодичность профилактики, что повышает вероятность предупреждения возможных повреждений. Ориентировочно на основе опытных данных можно рекомендовать следующую периодичность проведения планово-предупредительных ремонтов на промышленных предприятиях:

1. Диспетчерские установки:	
осмотр и чистка всех узлов, монтаж коммутаторов, проверка качества связи на рабочих местах	1 раз в месяц
регулировка ключей, контактов реле, проверка коммутаторов, стативов реле	1 раз в 6 месяцев
электрические измерения абонентских линий, абонентских комплектов, коммутаторов	»
измерение заземлений	»
2. Устройства производственной громкоговорящей связи с центральными усилителями:	
проверка режимов работы	1 раз в неделю
измерение входных сопротивлений фидеров	»
осмотр деталей, чистка, регулировка	1 раз в месяц
проверка работы включающих и коммутирующих устройств	»
проверка качества звучания громкоговорителей на рабочих местах	»
измерение заземлений	1 раз в 6 месяцев
3. Устройства производственной громкоговорящей связи с абонентскими усилителями:	
осмотр оконечных абонентских устройств	1 раз в неделю
осмотр монтажа, деталей, чистка и регулировка	1 раз в месяц
проверка качества работы установок	1 раз в месяц
электрические измерения линий	1 раз в 6 месяцев
4. Аппаратура радиосвязи:	
осмотр аппаратуры с чисткой и устранением дефектов, проверка качества работы	1 раз в месяц
то же, на подвижных агрегатах	1 раз в 15 дней
проверка электрических параметров радиостанций	1 раз в 6 месяцев
то же, на подвижных агрегатах	1 раз в 3 месяца

5. Электрочасовые установки:	
проверка точности хода часов	1 раз в день
проверка исправности резервного электропитания	1 раз в неделю
осмотр, чистка, регулировка установок	1 раз в месяц
электрические измерения фидерных линий	»
предупредительный ремонт вторичных электрочасов	1 раз в год
6. Установка промышленного телевидения:	
проверка, чистка оптики	1 раз в неделю
осмотр, чистка монтажа, узлов и деталей передающих и приемных устройств	1 раз в месяц
проверка качества изображения, исправности работы установок	»
электрические измерения	1 раз в 6 месяцев
7. Измерения кабельной сети:	
электрические измерения изоляции в объеме 20% емкости сети	»
электрические измерения переходного затухания кабелей связи в объеме 20% емкости сети	»
электрические измерения рабочего затухания	»
электрические измерения потенциалов блуждающих токов на оболочках кабелей в объеме 50% емкости сети	»
общий осмотр щита переключений, приведение в порядок кроссировок, рамок, термических катушек, предохранителей	1 раз в неделю
проверка сигнализации	»
чистка, регулировка и проверка испытательных приборов	1 раз в 6 месяцев
8. Установки пожарной и охранной сигнализации:	
проверка работоспособности	1 раз в месяц
предупредительный ремонт станции	1 раз в 6 месяцев
предупредительный ремонт извещателей	»
9. Автоматические телефонные станции декадно-шаговой системы:	
проверка комплектов *ПИ* на получение зуммера от *IГИ*	1 раз в неделю
проверка приборов *ГИ* и *ЛИ*	»
проверка сигнализации	1 раз в месяц
проверка работы *СВУ*	1 раз в день
проверка выходов от *ПИ* к *ГИ,* от *ГИ* к *ЛИ* и *РСЛ*	1 раз в неделю
проверка соединительных линий	1 раз в день
проверка промщита и очистка его от пыли	1 раз в 6 месяцев
проверка шнуров механизмов *ДШИ*	1 раз в 2 недели
предупредительные ремонты комплектов и оборудования стативов *ПИ*	1 раз в 2 года
предупредительные ремонты стативов *ГИ, ЛИ, СВУ*	1 раз в год
предупредительные ремонты стативов *РСЛ*	1 раз в 6 месяцев
10. Источники электропитания:	
осмотр трансформаторов, реле, контактов	1 раз в месяц
проверка токораспределительной сети	1 раз в 6 месяцев
проверка приборов, монтажа зарядно-разрядного щита	1 раз в месяц
проверка плотности и уровня электролита	»
чистка и протирка батарейных шкафов, батарей, стеллажей	1 раз в 15 дней
измерение емкости батарей	1 раз в 6 месяцев

Графики планово-предупредительных ремонтов являются одним из основных документов, по которым ведется работа различных участков цехов связи и цехов технологической диспетчеризации. Контроль за выполнением этих графиков осуществляют бюро ремонта, мастера и старшие мастера участков. Ответственным за проведение всех планово-предупредительных работ является заместитель начальника цеха по эксплуатации. Примерные формы плана и графика выполнения планово-предупредительных ремонтов приведены соответственно в виде табл. 12.7 и 12.8.

Таблица 12.7

№ пп.	Перечень оборудования, установок, аппаратуры и т. д.	Предупределительные ремонты			Проверки и осмотры			Электрические измерения		
		характер работ	периодичность	сроки выполнения	характер работ	периодичность	сроки выполнения	характер работ	периодичность	сроки выполнения
1										
2										

Таблица 12.8

№ п п.	Перечень оборудования установок, аппаратуры и т. д.	Числа месяца							Ответственный исполнитель
		1	2	3	...	29	30	31	
1									
2									

Электрические измерения качественных параметров аппаратуры и каналов связи проводятся обслуживающим их персоналом или измерительной группой с периодичностью и в объеме, обусловленными технической документацией. Целью измерений является определение соответствия фактических электрических характеристик нормируемым величинам для установления необходимости наладочных работ. Указанные измерения и наладочные работы выполняются либо силами службы эксплуатации с использованием парка измерительных приборов, либо специализированной организацией. Номенклатура измерительных приборов, используемых при эксплуатации средств промышленной связи, очень широка. В табл. 12.9 приводится ориентировочный перечень измерительных приборов, которыми должны быть оснащены службы эксплуатации средств связи, причем в этот перечень не включены приборы, необходимые для обслуживания ВЧ систем передачи.

Привлечение специализированных организаций для осуществления измерений, ремонтных и наладочных работ способствует удешевлению себестоимости эксплуатации и снижению численности производственного персонала цехов связи и повышению надежности связи. Эта форма эксплуатации особенно экономична для небольших и средних предприятий, когда затруднительно иметь большое количество разнообразных специалистов высокой квалификации, так как по объему средств связи они не могут быть эффективно использованы.

Таблица 12.9

Наименование измерительного прибора	Тип	Область применения
1	2	3
Прибор для проверки искателей на подъем и вращение	ИТИ-1	АТС
Прибор для проверки номеронабирателей	ДИНИР-1	»
Прибор для проверки *ДШИ*	№ 21	»
Прибор для проверки выходов *ГИ*	№ 11	»
Прибор для проверки скорости *ДШИ*	№ 12	»
Испытательный телефон	—	»
Осциллограф	С1-19	АТСК
Декатронный измеритель интервалов времени	ДИИВ-1	»
Частотомер	Ф-552А	»
Ламповый милливольтметр переменного тока	ВЗ-2А	»
Ламповый вольтметр	ВК7-9	»
Ампервольтметр	ТТ-1	АТС, диспетчерские и другие установки телефонной и громкоговорящей связи
Вольтметр постоянного тока переносной со шкалой от 3 до 150 В	М-45	То же
То же, со шкалой от 0 до 3 В	М-55	»
Магазин емкостей	МЕ-3	»
Магазин затухания	МЗУ	»
Магазин сопротивлений	КМС-6	»
Амперметр постоянного тока	М-104	»
Вольтамперметр многопредельный переносной	Ц-315	»
Секундомер электрический	ПВ-52	»
Психрометр	—	»
Ареометр для измерения плотности	—	»
Кабельный мост	ПКП-2	Диспетчерские и другие установки линейных сооружений
Кабельный прибор	КПЛ	То же
Прибор для испытания разрядников	ИР-3	»
Прибор для измерения переходного затухания	ИПЗ-2	»
Измеритель заземлений	ИЗ-3	»
Прибор для измерения блуждающих токов	ПБТ	»
Прибор для испытания микрофонов	ИТМ	»
Индикатор напряжения	ИНН-1	»
Кабелеискатель	КИ-56	»

1	2	3
Прибор для отыскания кабельных пар	ИКП-1	Диспетчерские и другие установки линейных сооружений
Мегомметр	М-1101	»
Мост переносной	УМВ	»
Мост Томсона двойной	МД-6	»
Мост Витстона	ММВ	»
Генератор звуковой частоты	ЗГ-10, ЗГ-641	»
Указатель напряжения помех	УНП-2	»
Прибор для измерения сопротивления заземляющих устройств	МС-0,8	»
Измерительный чемодан	ИЧ	»
Ламповый вольтметр	ВЛУ-2, МВЛ-2	»
Импульсный испытатель линий	МИЛ-1	»
Испытатель ламп	ИЛ-14	»
Электронный осциллограф	ЭО-7	»
Генератор стандартных сигналов	ГСС-17	»
Волнометр-гетеродин	528 или 526	»
Шумомер	—	»
Измеритель частотных характеристик	4Х-1, 4Х-57	Промышленное телевидение
Прибор настройки телевизоров	ПНТ-3М, ПНТ-59	То же »
Генератор прямоугольных импульсов	—	»
Максометр	ИЛ-3	»
Прибор для проверки кинескопов	УСПК	»
Киловольтметр	0—25 кг	»
Испытатели транзисторов	—	»

Электрические измерения и использование парка измерительных приборов планируются в зависимости от количества и типов эксплуатируемого оборудования и условий его работы. Составление указанных планов и контроль за их выполнением осуществляется заместителем начальника цеха по эксплуатации.

Учет и паспортизация в цехах связи организуются по формам службы эксплуатации городских телефонных сетей в тех случаях, когда они пригодны для условий данного промышленного предприятия. Периодический учет позволяет собрать необходимый материал для анализа работы средств связи и деятельности службы эксплуатации. Основным документом периодического учета является журнал диспетчера цеха связи, примерная форма которого приведена в табл. 12.10.

Организации ремонтов оборудования связи уделяется особо большое внимание, так как качество их и связанные с ними трудовые и материальные затраты характеризуют деятельность всего

Таблица 12.10

Время записи		Содержание	Записи	Кому и какое дано распоряжение	Время выполнения		Примечание
дата	час., мин.				дата	час., мин.	
1	2	3	4	5	6	7	8

цеха связи в целом. Обычно ремонты проводятся в строгом соответствии с графиком. Наиболее прогрессивной формой введения ремонтных работ является организация централизованного ремонта. В этом случае вся съемная аппаратура — телефонные аппараты, громкоговорители, электровторичные часы, микрофоны, блоки радиостанций, телевизионные камеры и т. д. — не ремонтируются на месте, а по установленному графику заменяются резервными. Ремонт замененного оборудования производится в центральной, специально оборудованной мастерской цеха связи, оснащенной необходимыми измерительными приборами и различными механизмами, приспособлениями и инструментами. Этот же порядок распространен и на текущую эксплуатацию. Ремонт и установление неисправности аппаратуры на рабочем месте не производится, так как при этом не достигается качественного выполнения работ. Кроме того, ремонтные работы, проводимые на рабочем месте, мешают деятельности технологического персонала.

Для осуществления централизованного ремонта в распоряжении цеха должен находиться обменный фонд, состоящий из комплектов резервной аппаратуры. Состав и объем обменного фонда определяются в каждом конкретном случае в зависимости от характера производства, количества и состава аппаратуры и условий ее эксплуатации. Практика передовых цехов связи промышленных предприятий показывает большие преимущества централизованного ремонта, позволяющего резко сократить количество повреждений, время на их устранение и, что особенно важно, время простоя средств связи.

Ремонт на месте устраивается только для аппаратуры, не поддающейся замене и не имеющей съемных блоков, а также для линейных сооружений.

12.8. АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СВЯЗИ

На современном промышленном предприятии имеется большое количество самых разнообразных средств связи и сигнализации, а соответственно участков и служб связи, предназначенных для их обслуживания, и это количество непрерывно увеличивается. Поэтому в практике эксплуатации производственной связи появилась тенденция к централизованному (диспетчерскому) контролю и управлению всем слаботочным хозяйством предприятия.

При введении централизованного контроля и управления резко повысилась эффективность эксплуатации, уменьшилась численность обслуживающего персонала и потребное количество оборудования, снизились сроки обнаружения повреждений и повысилось качество их устранения, стал лучше использоваться наиболее квалифицированный инженерно-технический персонал, повысилась общая культура и т. д.

Начальной формой централизованного контроля и управления обычно служат бюро ремонта автоматических (или ручных) телефонных станций, где собираются сведения о возникающих повреждениях и принимаются меры к их устранению. С диспетчерского пункта службы связи промышленного предприятия осуществляется контроль за состоянием изоляции кабельных сетей, величинами потенциалов блуждающих токов, наличием воды в колодцах, появлением повреждений в распределительных шкафах и прочих распределительных устройствах. В ведении диспетчера находятся ремонтный персонал, автотранспорт и резервный парк аппаратуры.

Диспетчерский пункт оборудуется коммутатором для прямой связи со всеми ответственными узлами и участками производственной связи, цехами, АТС и руководством цеха. С помощью этого коммутатора диспетчер производит обязательный опрос всех диспетчеров цехов комбината, начальников смен, дежурных железнодорожных станций о работе средств связи, принимает заявки абонентов, отдает распоряжения бригаде дежурных монтеров, координирует взаимодействие мастеров и старших монтеров во время ликвидации неполадок. Имеющаяся в распоряжении диспетчера усилительная установка используется для обеспечения поиска необходимого работника и передачи распоряжений оперативному персоналу цеха технологической диспетчеризации комбината.

Важнейшими элементами оборудования диспетчерского пункта являются также устройства контроля и сигнализации, смонтированные на отдельном щите и позволяющие иметь постоянную объективную информацию о работе средств связи на комбинате. В состав этих устройств входят:

— контрольные вторичные электрочасы, позволяющие следить за исправным действием электрочасовых станций и подстанций и показанием единого времени по всей территории комбината;

— системы акустической и оптической сигнализации о работе вентиляционных систем, наличии электропитания, исправности установок промышленного телевидения, громкоговорящей связи и др.;

— повторительная сигнализация повреждений на АТС;

— избирательное устройство для проверки работы всей системы ПГС комбината с возможностью выхода на любой круг и осуществления двусторонней связи;

— система непрерывного автоматического контроля величины и полярности потенциалов блуждающих токов на оболочках кабелей комплексной телефонной связи;

— устройства по непрерывному контролю состояния изоляции магистральных кабелей, появлению воды в телефонных колодцах, наличию избыточного давления в оболочках кабеля.

Диспетчерский пункт оснащен специальными наглядными графическими схемами, на которых указаны построение сетей, места и условия прокладки кабелей, подземные сооружения кабельной сети и т. д., а также комплектами принципиальных монтажных схем устройств и аппаратуры, регистрационно-учетными и адресными книгами, журналами контрольных проверок, записями заявок от абонентов и т. д. На схемах указаны подъезды к технологическим цехам, зоны загазованности, кабельные тоннели и телефонная канализация.

При диспетчерском пункте находится комплексная ремонтная бригада, имеющая в своем распоряжении крытую автомашину для перевозки резервной аппаратуры, инструмента, приборов, лестниц и т. д. и выполняющая задания сменного диспетчера по устранению текущих повреждений. В этой бригаде работают наиболее квалифицированные монтеры.

Ключи от всех распределительных телефонных шкафов и обслуживаемых пунктов производственной связи хранятся в диспетчерском пункте. Выдача и прием ключей регистрируются в специальном журнале.

Величина и полярность потенциалов блуждающих токов на оболочках кабелей записываются автоматически на суточных круговых диаграммах с помощью электронного потенциометра типа ЭП-120. Контролируемые импульсы блуждающих токов поступают по телефонным парам от контрольных пунктов замера потенциалов. Приводимые в действие от минутных импульсов электрочасовой системы шаговые искатели типа ШИ-25 последовательно подключают телефонные пары, в которые включены датчики контролируемых пунктов, на вход потенциометра.

Большие возможности открывают схемы, позволяющие проводить дистанционное автоматическое измерение линий, включенных в кроссы автоматических, ручных и диспетчерских станций, дистанционное переключение ряда оборудования на резервное и т. д.

Несомненно, что в области применения телемеханики для измерений, сигнализации и управления работой средств связи предстоит еще очень много сделать, однако использование этих схем в совокупности с диспетчеризацией цехов связи позволит значительно упорядочить эксплуатацию средств производственной связи, сделать ее более результативной, качественной и квалифицированной. Новое качественное состояние обслуживания средств производственной связи приобретает при создании автоматизированных систем управления эксплуатацией производственной связи, входящих в состав АСУП предприятия.

Список литературы

1. **Автоматизация** производства и промышленная электроника. Энциклопедия под ред. акад. А. И. Берга и акад. В. А. Трапезникова, тт. 1—4. М., «Советская энциклопедия», 1962—1965, т. 1 — 524 с.; т. 2 — 528 с.; т. 3 — 487 с.; т. 4 — 544 с.
2. **Атливаник Л. Я.** и др. Проектирование сельских автоматизированных телефонных сетей. М., «Связь», 1975. 193 с.
3. **Балакин А. С., Матлин Г. М.** Организация эксплуатации производственной связи. М., «Связь», 1975. 240 с.
4. **Большев Е. Н., Матлин Г. М.** Диспетчеризация в строительстве. М., Стройиздат, 1973. 128 с.
5. **Волоцкой А. Н.** Телефонная связь в системах оперативного управления. М., «Связь», 1974. 128 с.
6. **Гнеденко Б. В.** и др. Математические методы в теории надежности. М., «Наука», 1965. 524 с.
7. **Гроднев И. И., Курбатов Н. Д.** Линейные сооружения связи. М., «Связь», 1974. 544 с.
8. **Гумеля А. Н., Шварцман В. О.** Электрические характеристики кабельных и воздушных линий связи. М., «Связь», 1966. 207 с.
9. **Думлер С. А.** Управление производством и кибернетика. М., «Машиностроение», 1969. 424 с.
10. **Звенигородский И. С., Карасин Г. С.** Сооружение и эксплуатация средств внутриобъектной связи на электростанциях и подстанциях. М., Госэнергоиздат, 1959. 287 с.
11. **Иванова О. Н.** Электронная коммутация. М., «Связь», 1971. 295 с.
12. **Кармазов М. Г.** и др. Организация и планирование телефонной связи. М., «Связь», 1973. 264 с.
13. **Коган В. С., Копничев Л. Н.** Телеграфные аппараты и аппаратура передачи данных, М., «Связь», 1975. 392 с.
14. **Козлов Б. А., Ушаков И. А.** Справочник по расчету надежности. Изд. 2-е. М., «Советское радио», 1974. 432 с.
15. **Королев М. А.** Обработка экономической информации на ЭВМ. Изд. 2-е. М., «Экономика», 1965. 286 с.
16. **Копачева Ю. И., Парфенов Ю. А.** Передача программ проводного вещания, телеграфных и телемеханических сигналов по кабелям ГТС. М., «Связь», 1966.
17. **Мартин Д.** Сети связи и ЭВМ. М., «Связь», 1974—1975. Ч. 1 — 240 с., ч. 2 — 256 с.
18. **Мархай Е. В.** и др. Автоматическая телефония. М., Связьиздат, 1960. 536 с.
19. **Матлин Г. М.** Эксплуатация производственной связи. Математические методы организации. М., «Связь», 1976.
20. **Матлин Г. М.** Проектирование оптимальных систем производственной связи. М., «Связь», 1973. 416 с.
21. **Михалев Д. Г., Шварцман В. О.** Расчет надежностных характеристик трактов передачи данных. М., «Связь», 1975. 194 с.
22. **Моль А.** Теория информации и эстетическое восприятие. М., «Мир», 1966. 351 с.
23. **Наумов П. А., Чанцов С. Д.** Курс телеграфии. Ч. 2. М., Связьиздат, 1961. 295 с.
24. **Нестандартные** устройства производственной связи. М., «Связь», 1973. 192 с.
25. **Новиков В. В.** и др. Телеграфия. Ч. 1—3. М., Связьиздат, 1956—1960.
26. **Покровский Н. Б.** Расчет и измерение разборчивости речи. М., Связьиздат, 1962. 391 с.
27. **Прахов В. В.** Организация и планирование телеграфной связи. М., Связьиздат, 1961.
28. **Рейнберг М. Г.** Формирование знаков на экранах электроннолучевых трубок. М., «Энергия», 1969. 57 с.
29. **Рогинский В. Н.** Проблемы доставки информации. — В кн.: Кибернетика и информация. М., «Наука», 1969, 105—125 с.

30. **Рогинский В. Н.** Автоматическая телефонная связь и человек. М., «Знание», 1972. 32 с.
31. **Рогинский В. Н.** Проблемы создания сетей доставки информации. — «Электросвязь», 1972, № 3, с. 1—8.
32. **Розенберг В. Я., Прохоров А. И.** Что такое теория массового обслуживания? Изд. 2-е. М., «Советское радио», 1965. 256 с.
33. **Синяк В. С., Матлин Г. М.** Рациональные способы передачи данных в информационных системах. — «Вычислительная и организационная техника в строительстве и проектировании», 1965, № 3, с. 1—7.
34. **Смирнов К. А.** и др. Сбор, передача и обработка данных в АСУ. М., «Связь», 1974. 232 с.
35. **Суторихин Н. Б.** Надежность элементов коммутируемых телефонных сетей. М., «Связь», 1974. 194 с.
36. **Тинтман Н. И.** Телефония. Методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию. М., «Связьиздат, 1960. 112 с.
37. **Томашевский Б. А.** и др. Курс телеграфии. М., Связьиздат, 1963. 255 с.
38. **Руководство** по проектированию сети электросвязи в сельской местности. М., «Связь», 1976.
39. **Харкевич А. А.** Информация и техника. — «Коммунист», 1962, № 17.
40. **Харкевич А. А.** Очерки общей теории связи. М., Гостехиздат, 1955.
41. **Шляпоберский В. И.** Основы техники передачи дискретных сообщений. М., «Связь», 1973. 480 с.
42. **Шраер Ф. И.** Аппаратура производственной и учрежденческой связи. Справочник. М., «Связь», 1974. 576 с.
43. **Электрическая** связь на промышленных предприятиях. Справочник. М., «Связь», 1972. 512 с.
44. **Брискер А. С.** и др. Городские телефонные кабели на рубеже десятой пятилетки. — «Электросвязь», 1975, № 12, с. 1—9.
45. **Главмосстрой.** Указания по применению винипластовых труб при монтаже электропроводок. ВСН-17-71. М., 1971. 34 с.
46. **Энциклопедия** кибернетики. Под ред. акад. В. М. Глушкова. Главная редакция Украинской Советской Энциклопедии. Киев, 1974, т. 1 — 608 с.; т. 2 — 624 с.
47. **Яхнис Л. Н.** Автоматизация оперативной связи. М., «Связь», 1976. 120 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие 3

Глава 1. **Производственная связь как составная часть систем управления** 4
- 1.1. Понятие о производственной связи 4
- 1.2. Отличительные особенности производственной связи . 5
- 1.3. Комплексность производственной связи 6
- 1.4. Классификация систем производственной связи . . . 7
- 1.5. Технико-экономическое значение связи на производстве и требования к сетям производственной связи. . . . 11

Глава 2. **Модели и характеристики систем производственной связи** . 16
- 2.1. Модели систем производственной связи 16
- 2.2. Надежность 22
- 2.3. Среднее время ожидания в процессе доставки информации 27
- 2.4. Верность связи 30
- 2.5. Эффективность функционирования сети доставки информации 34
- 2.6. Расчеты модели и основных характеристик процесса доставки информации 38

Глава 3. **Организация связи на промышленных предприятиях** . . . 44
- 3.1. Состав систем производственной связи 44
- 3.2. Способы организации сетей производственной связи . . 59
- 3.3. Структурные схемы организации связи на промышленных предприятиях и автоматизация систем производственной связи 63
- 3.4. Объем средств производственной связи 66
- 3.5. Некоторые особенности организации связи на предприятиях различных отраслей промышленности и в строительстве 67

Глава 4. **Технико-экономическое проектирование производственной связи** 73
- 4.1. Организация проектирования, состав и содержание проектной документации 73
- 4.2. Расчет состава систем производственной связи и прогнозирование их развития по отрасли 75
- 4.3. Расчет состава систем производственной связи и прогнозирование их развития на промышленных предприятиях 78
- 4.4. Методика выбора технических средств производственной связи 79
- 4.5. Технико-экономические показатели проектирования систем производственной связи 81

Глава 5. **Производственная автоматическая телефонная связь** . . . 82
- 5.1. Организация производственной автоматической телефонной связи 82
- 5.2. Системы коммутации 87
- 5.3. Структурные схемы ПАТС 90
- 5.4. Расчет числа соединительных устройств ПАТС . . . 107

Глава 6. **Связь совещаний** 115
- 6.1. Особенности связи совещаний 115

Стр.

6.2. Организация связи совещаний 116
6.3. Использование станций диспетчерской телефонной связи и телефонных аппаратов для организации связи совещаний 117
6.4. Использование диспетчерского коммутатора с центральным усилителем для организации связи совещаний . . 119
6.5. Использование аппаратуры групповой системы . . . 120
6.6. Использование аппаратуры связи совещаний на железнодорожном транспорте 120
6.7. Использование оборудования групповой междугородной телефонной связи типа ОГМТС-18 123

Глава 7. **Связь в автоматизированных системах управления** . . . 124
7.1. Состав и структура автоматизированных систем управления 124
7.2. Требования к системе связи при передаче информации на ЭВМ 126
7.3. Передача цифровой информации по сети абонентского телеграфа 129
7.4. Сети передачи данных 134
7.5. Сопряжение ЭВМ и каналов связи 140

Глава 8. **Линейные сооружения** 142
8.1. Состав комплексной телефонной сети 142
8.2. Построение комплексной телефонной сети 145
8.3. Электрический расчет кабелей комплексной телефонной сети 150
8.4. Кабели комплексной телефонной сети и соединительных линий 154
8.5. Способы прокладки кабелей 156
8.6. Воздушные линии связи на промышленных предприятиях 173
8.7. Повышение эффективности линейных сооружений производственной связи 174

Глава 9. **Оконечное оборудование абонентских и соединительных линий** 176
9.1. Оконечное абонентское оборудование 176
9.2. Мостовые усилители 185
9.3. Соединительные линии по каналам ВЧ 186
9.4. Организация производственной связи с помощью малоканальной аппаратуры радиорелейной связи . . . 192
9.5. Уплотнение абонентских линий 194

Глава 10. **Электропитание установок производственной связи** . . . 197
10.1. Классификация аппаратуры связи по способам электропитания 197
10.2. Способы электропитания 198
10.3. Питание непосредственно от сети переменного тока . 199
10.4. Питание от сети переменного тока через посторонние выпрямители 200
10.5. Питание от сети переменного тока с помощью выпрямителей, работающих параллельно с аккумуляторными батареями 206
10.6. Питание от аккумуляторных батарей по способу «Заряд-разряд» 209
10.7. Питание от источников постоянного тока 209
10.8. Питание от первичных гальванических элементов . . 211
10.9. Питающие проводки 212

Глава 11. **Оборудование диспетчерских пунктов** 213
11.1. Местоположение и состав диспетчерских пунктов . . 213
11.2. Расположение оборудования в диспетчерской . . . 214
11.3. Расположение оборудования в аппаратных и аккумуляторных 215

Стр.

11.4. Станционные соединения 219
11.5. Заземления диспетчерских пунктов 221

Глава 12. **Эксплуатация средств производственной связи** 223

12.1. Общие сведения 223
12.2. Содержание эксплуатационных работ 224
12.3. Методы организации технического обслуживания и восстановления 227
12.4. Характеристика эксплуатационных работ 229
12.5. Технико-экономические показатели эксплуатации систем производственной связи 235
12.6. Исчисление общего количества обслуживаемых средств связи 237
12.7. Планово-предупредительные ремонты и электрические измерения. Учет и паспортизация 243
12.8. Автоматизация эксплуатации систем производственной связи 248

Список литературы 251

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

Издательство «Связь» готовит к изданию в 1977 г.
следующие книги:

1. Мизин И. А., Уринсон Л. С., Храмешин Г. К. **Передача информации в сетях с коммутацией сообщений.** 22 л. с ил.

В книге рассматриваются вопросы построения и функционирования информационных сетей (ИС) с коммутацией сообщений, имеющих более высокие характеристики, чем системы обмена данными других типов. Определяются исходные данные для проектирования ИС и совокупность показателей эффективности функционирования ИС. Описываются модели ИС и принципы построения их основных элементов, алгоритмы функционирования ИС в целом и их основных компонентов.

Книга предназначена для инженеров, занимающихся разработкой систем ПД и АСУ. Она может быть полезна студентам вузов связи.

2. **Надежность аппаратуры передачи данных.** 12 л. с ил. Авт.: Богданова Г. А., Гуров В. С., Дадушко Л. Н. и др.

В книге рассматриваются основные показатели надежности, методы оценки и обеспечения требуемых показателей надежности, а также методы обеспечения и оценка восстанавливаемости АПД.

Книга предназначена для проектировщиков АСУ, разработчиков АПД и систем передачи данных, а также полезна студентам вузов связи.

1р 30к

1р. 30к.

Издательство «Связь»

1

Связь на предприятиях

1р 30к

1 р. 30 к.

ИЗДАТЕЛЬСТВО „СВЯЗЬ"